

TAKE GROWTH

**IL Y A BIEN LONGTEMPS, DANS UNE GALAXIE LOINTAINE,
TRÈS LOINTAINE (ENFIN NANTES)...**

**DE JEUNES AVENTURIERS ONT VOULU AJUSTER UN
MODÈLE COMPLEXE SUR UNE ESPÈCE COMPLEXE AVEC
DES DONNÉES COMPLEXES**

TAKE GROWTH

IL Y A BIEN LONGTEMPS, DANS UNE GALAXIE LOINTAINE,
TRÈS LOINTAINE (ENFIN NANTES)...

DE JEUNES AVENTURIERS ONT VOULU AJUSTER UN
MODÈLE COMPLEXE SUR UNE ESPÈCE COMPLEXE AVEC
DES DONNÉES COMPLEXES

QU'AUTODIF SOIT
AVEC TOI

QUE LA
VRAISEMBLANCE
SOIT AVEC TOI

QUE MAÎTRE
KANTER
SOIT AVEC MOI



Un modèle pour quoi faire ?

Pleins de choses

Un merlu après



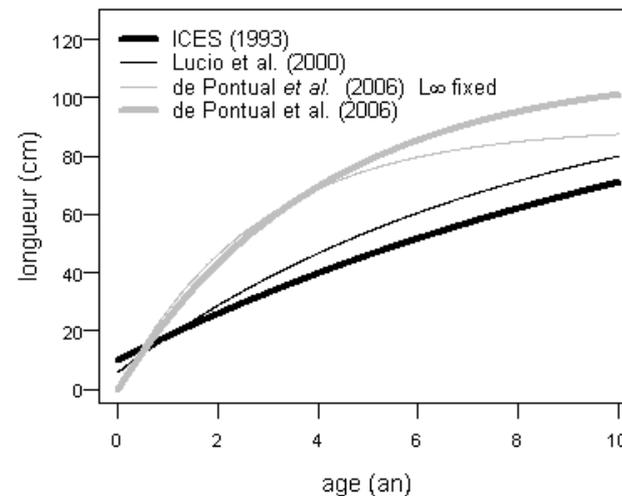
Un modèle pour quoi faire ?

Pleins de choses
Estimer des taux de croissance

Un merlu avant



Photo IFREMER Brest



Un modèle pour quoi faire ?

Pleins de choses

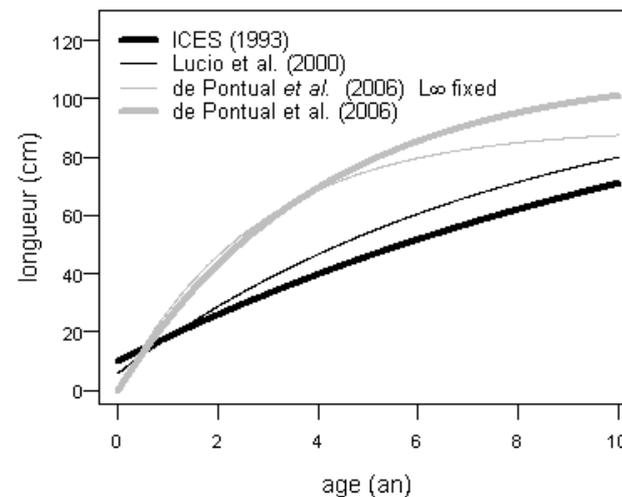
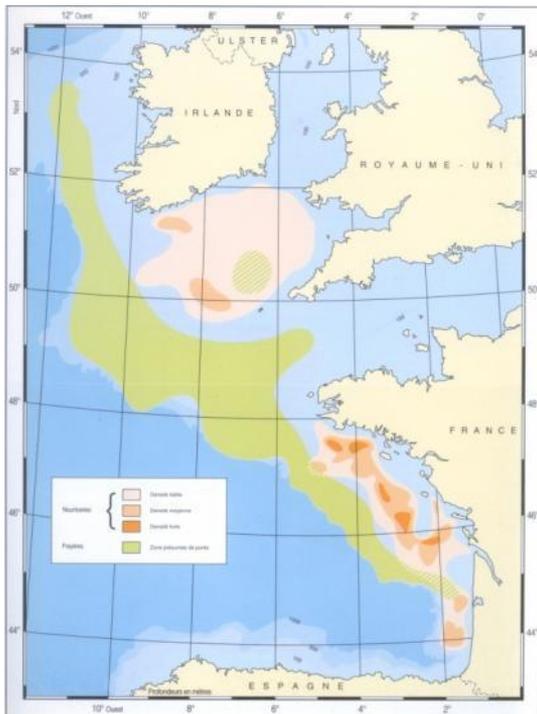
Estimer des taux de croissance

Estimer des taux de migration

Un merlu avant



Photo IFREMER Brest



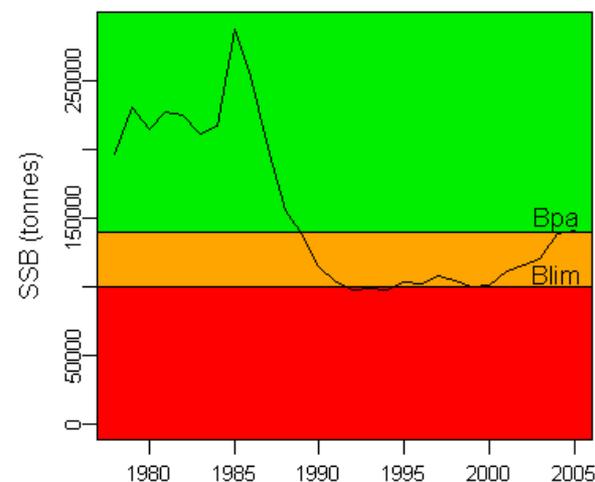
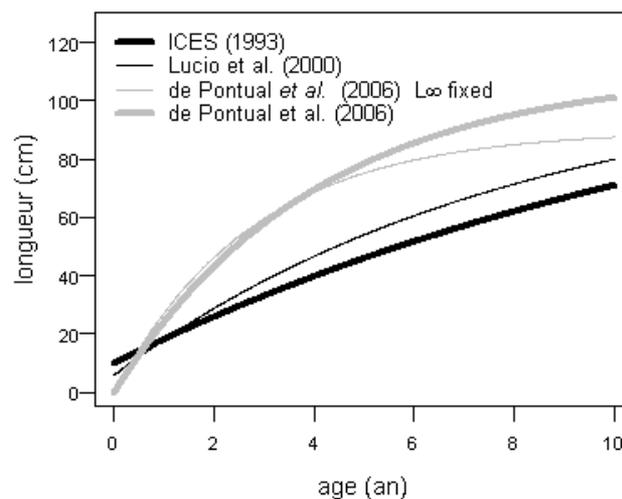
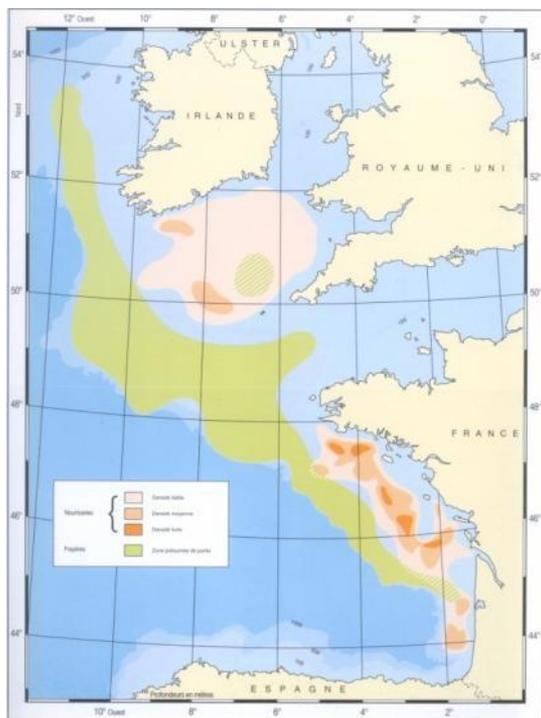
Un modèle pour quoi faire ?

- Pleins de choses
- Estimer des taux de croissance
- Estimer des taux de migration
- Evaluer les stocks

Un merlu avant



Photo IFREMER Brest



Caractéristiques du modèle

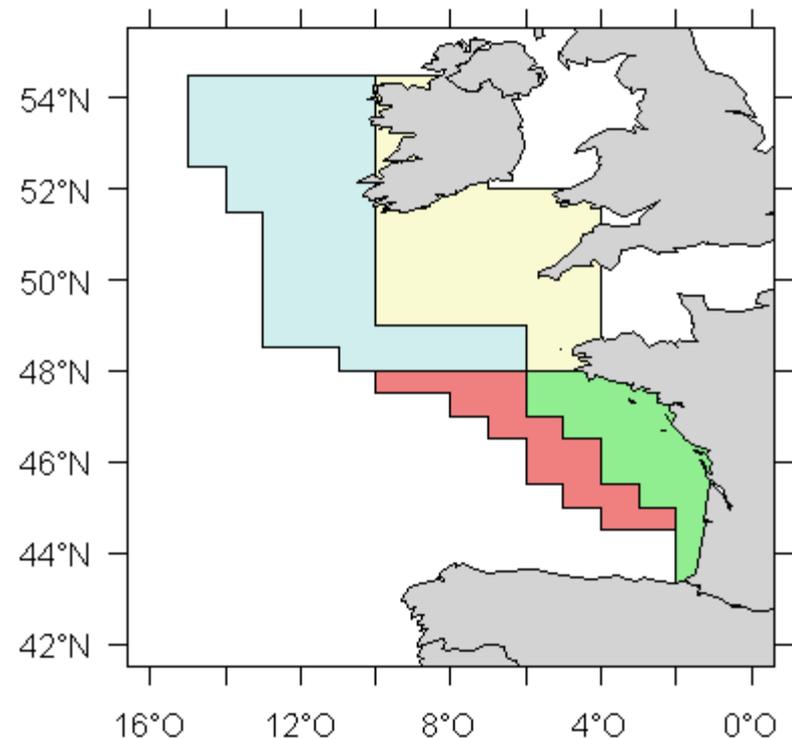
Pas de temps trimestriel

Modèle matriciel structuré en
longueur

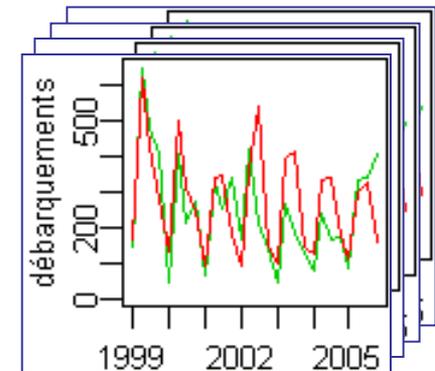
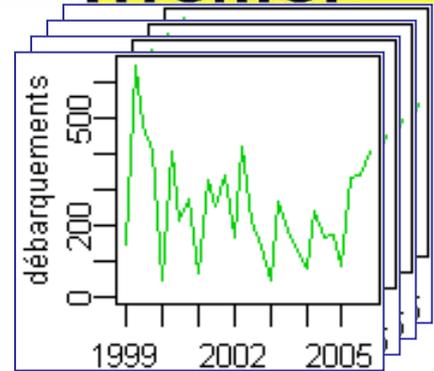
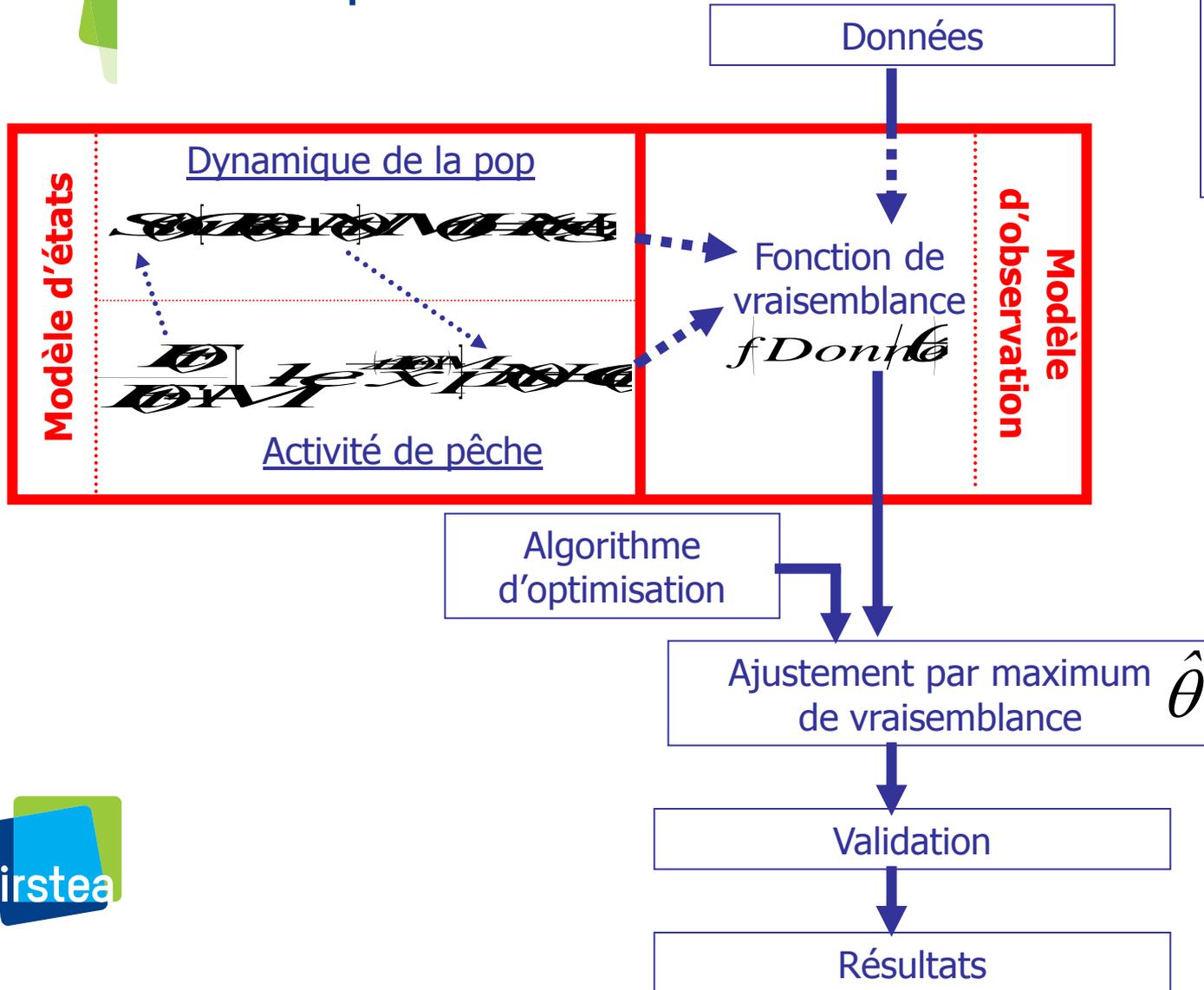
Classes de 2cm

Espace découpé en 4 zones

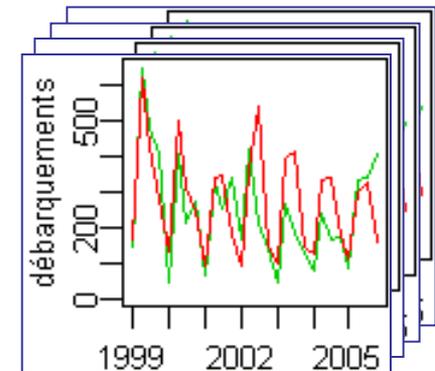
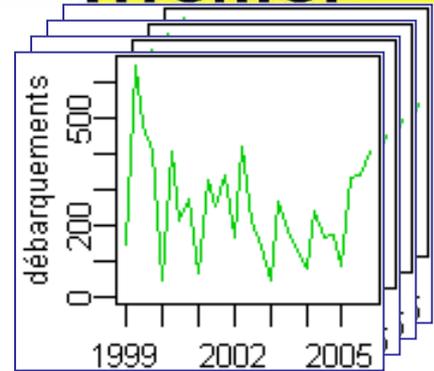
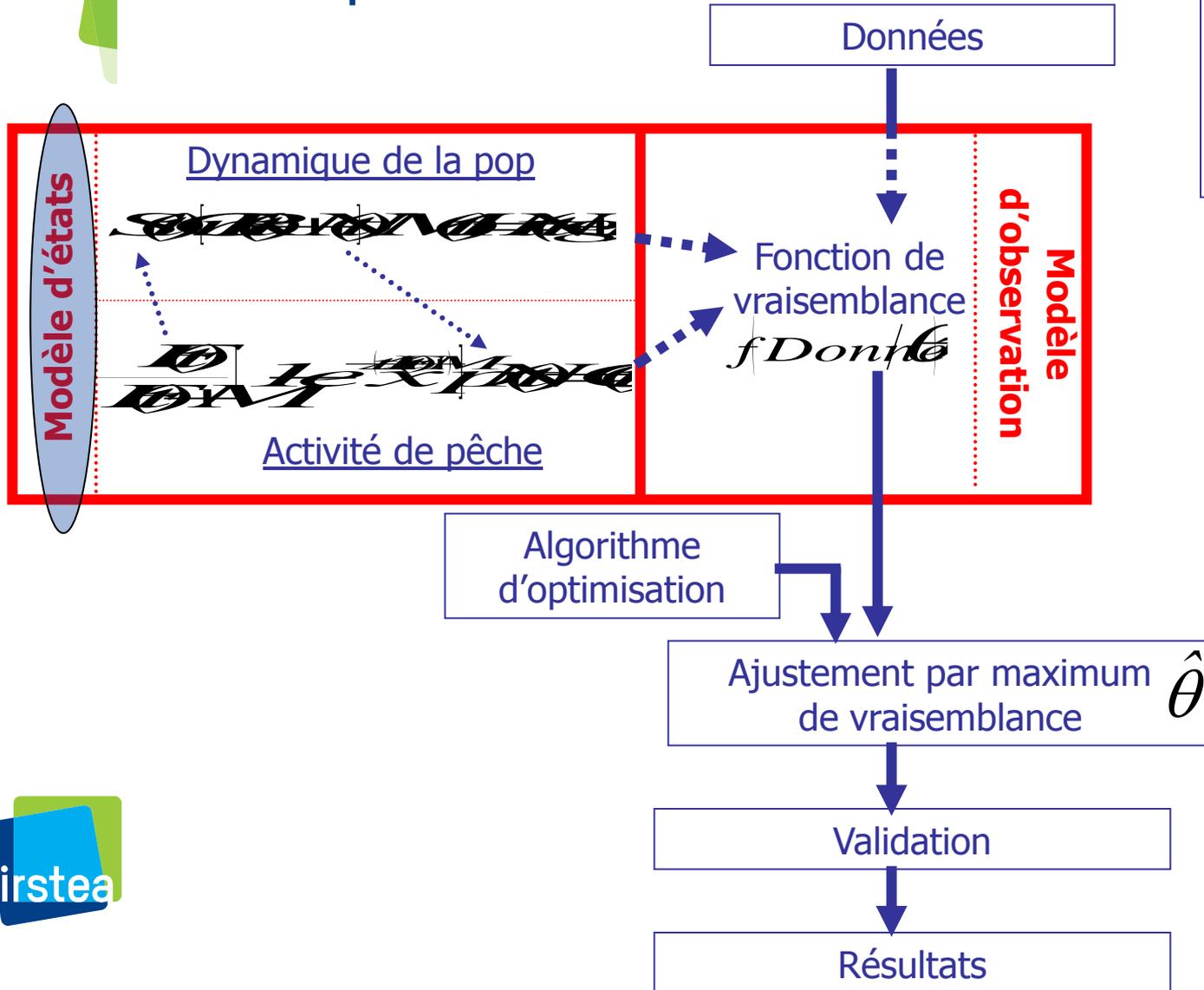
Modèle programmé en C++



Principe du modèle



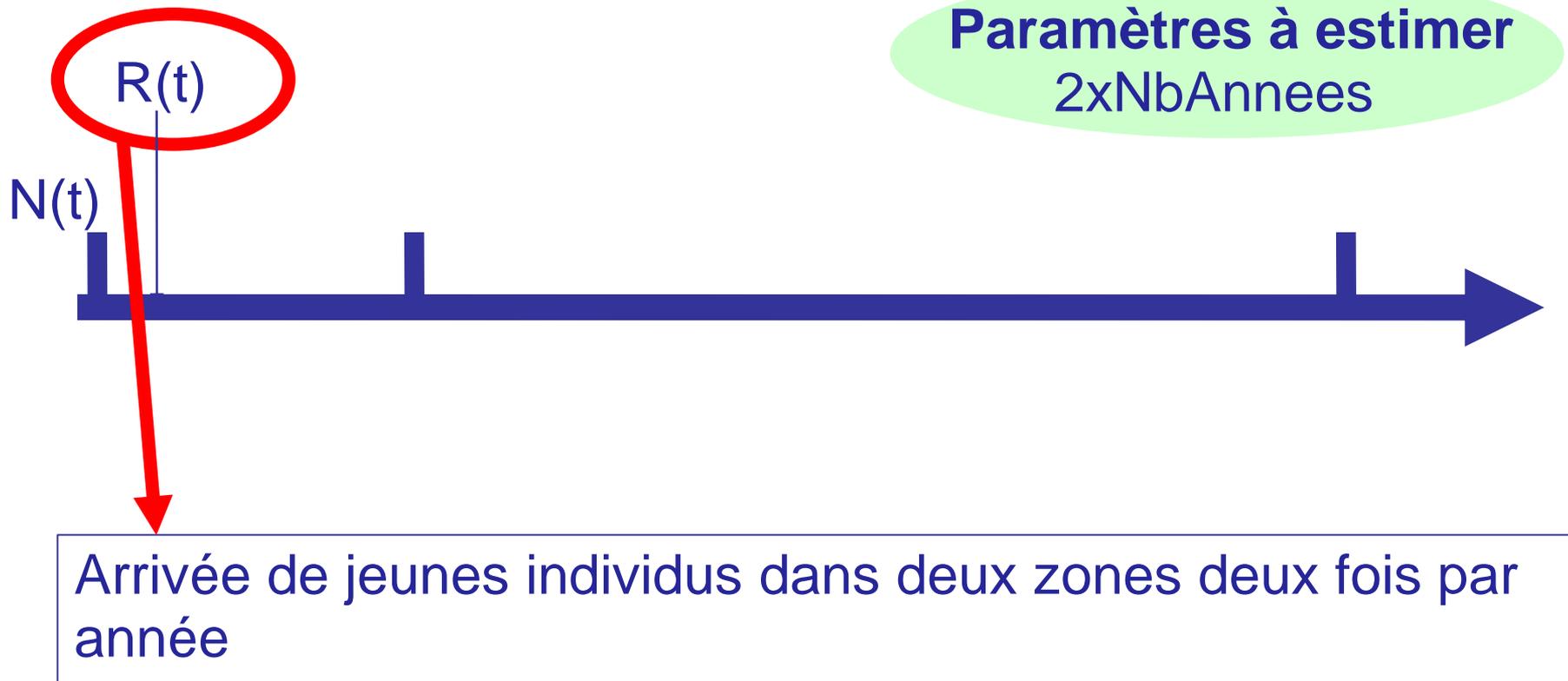
Principe du modèle



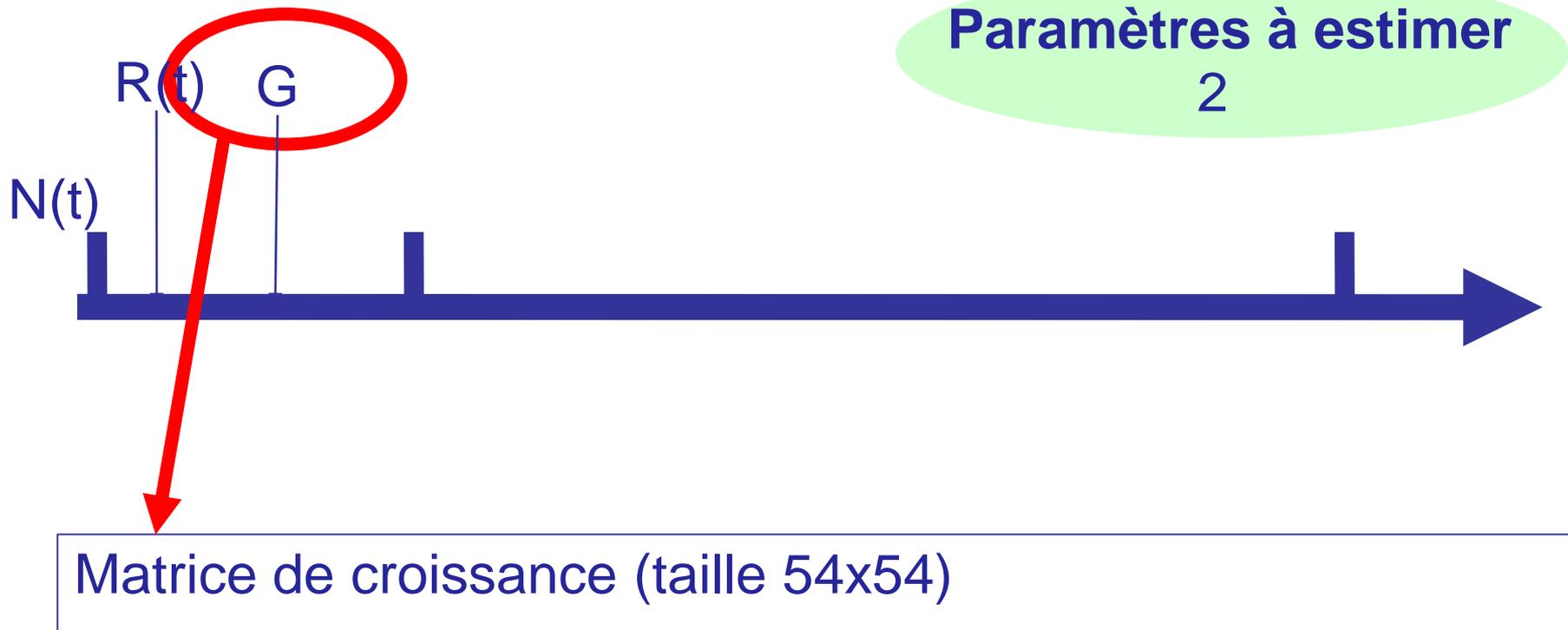
Dynamique de la population



Dynamique de la population



Dynamique de la population



Dynamique de la population

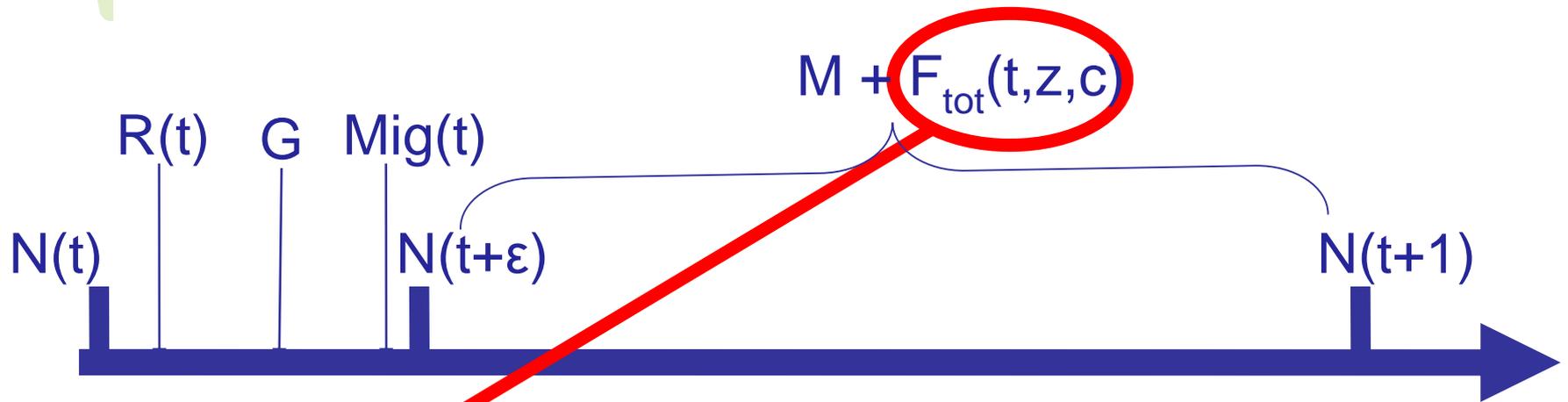


Migration d'une zone vers une autre (taille 4 saisons x 4 zones x 4 zones)

Dynamique de la population

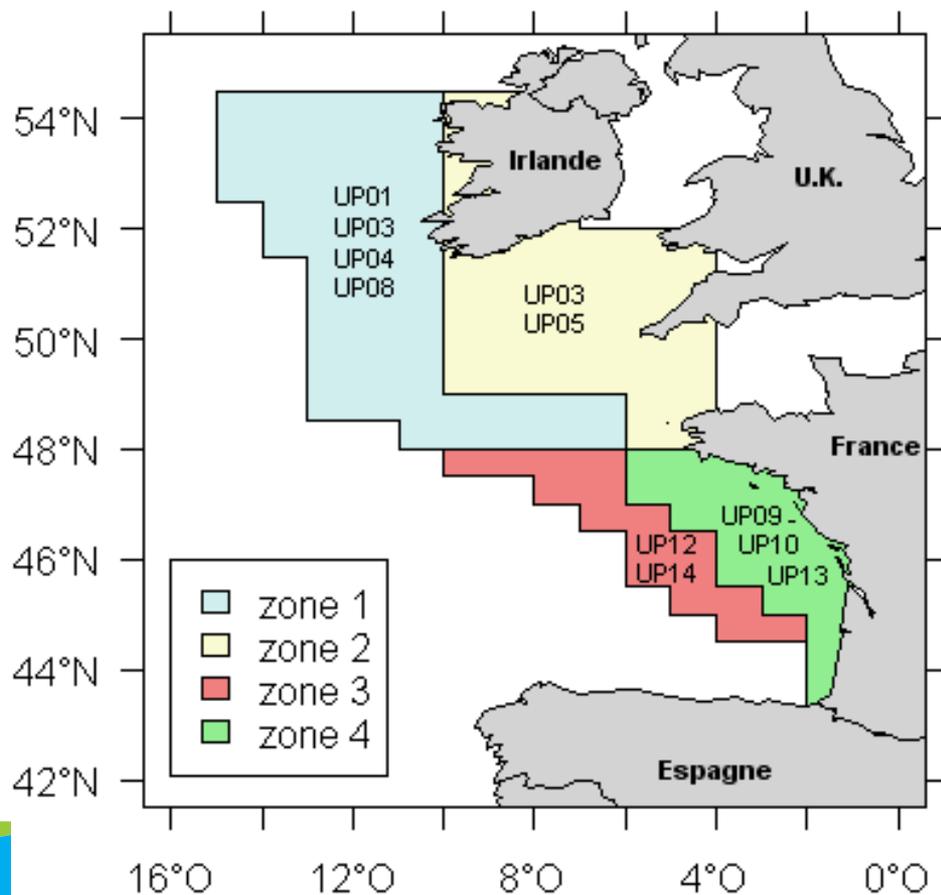


Dynamique de la population



Mortalité par pêche vient du modèle d'activité de pêche

Modèle d'activité de pêche



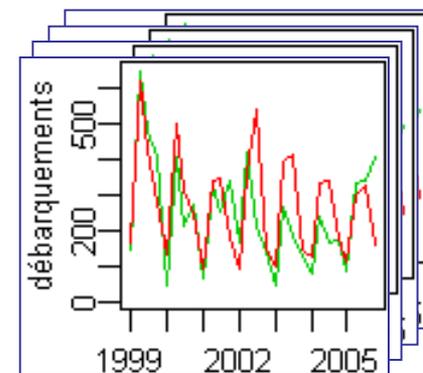
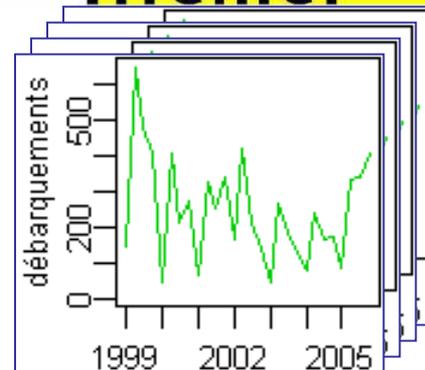
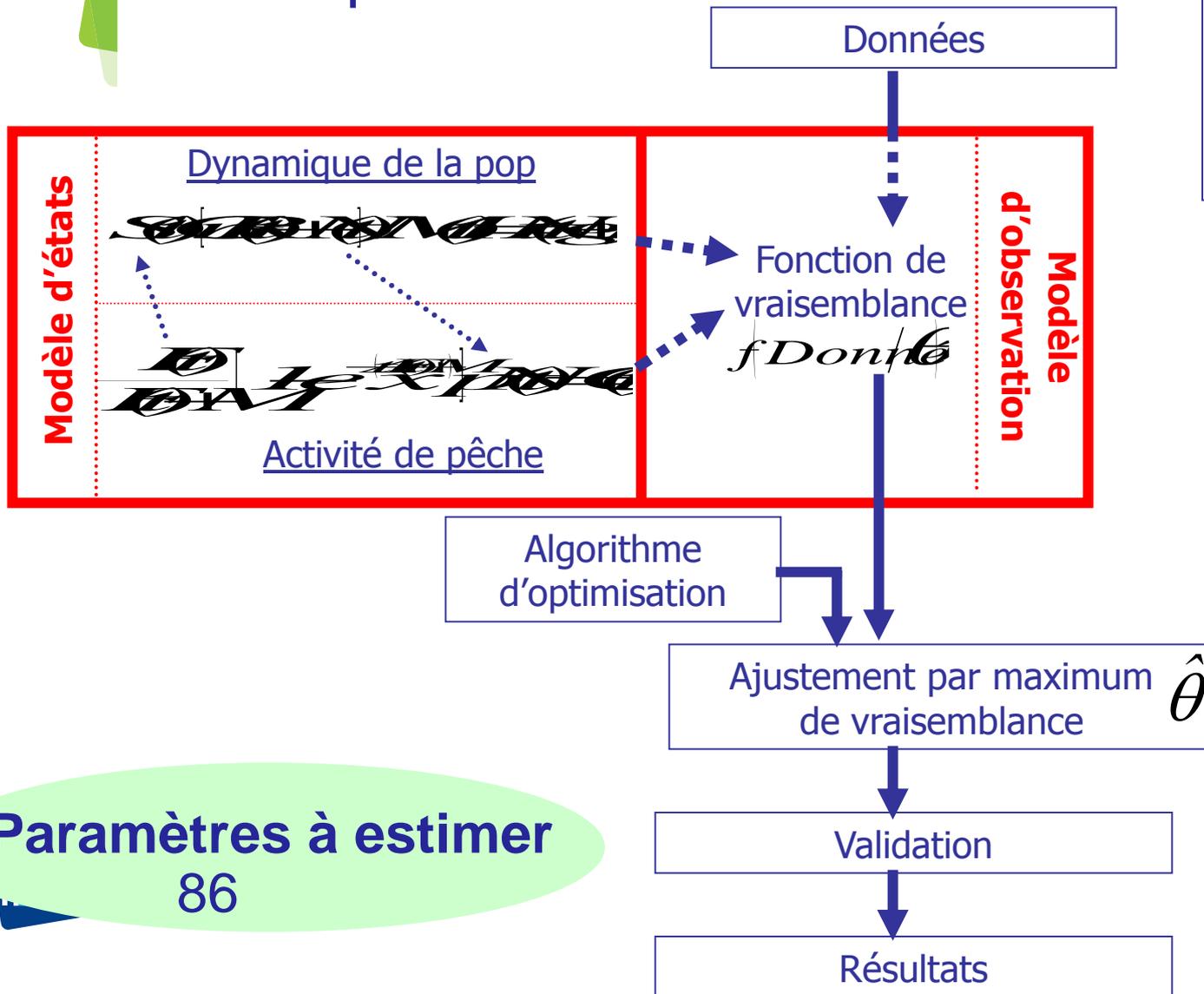
9 groupes de pêcheurs
avec une sélectivité

Paramètres à estimer
18

Redécouper en 18 sous
unités avec 2 termes
décrivant leur efficacité
de pêche

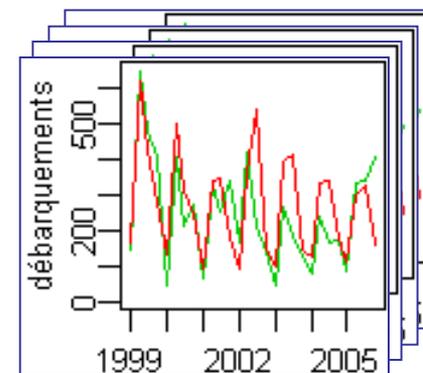
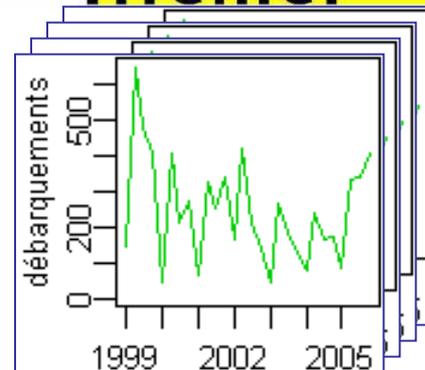
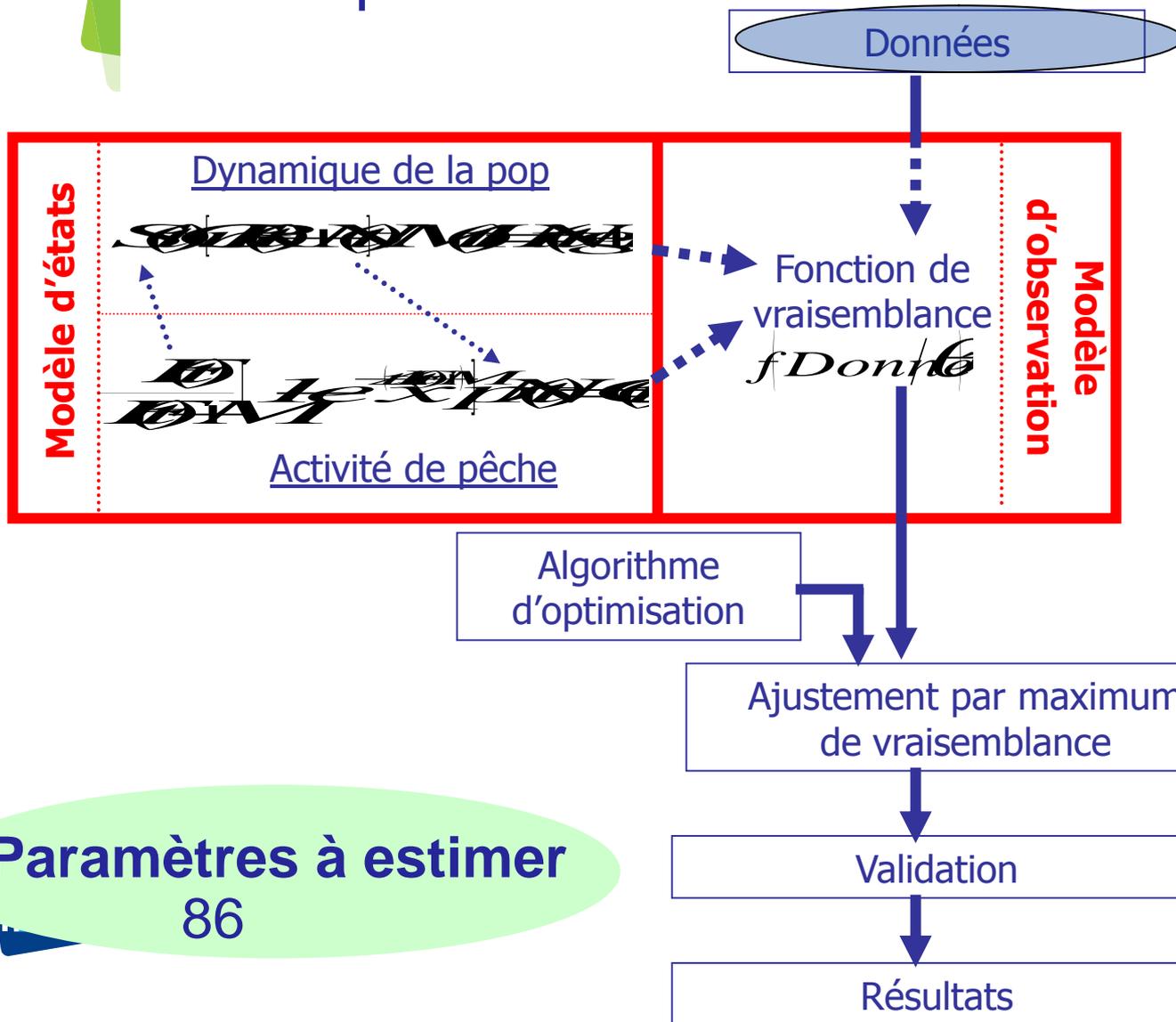
Paramètres à estimer
36

Principe du modèle



Paramètres à estimer
86

Principe du modèle



Paramètres à estimer
86



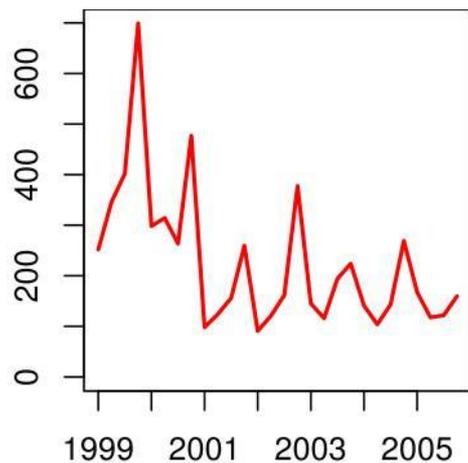
Quelles données ?

Pêcheries professionnelles (18 su)

Suivis scientifiques (5 séries)

Quelles données ?

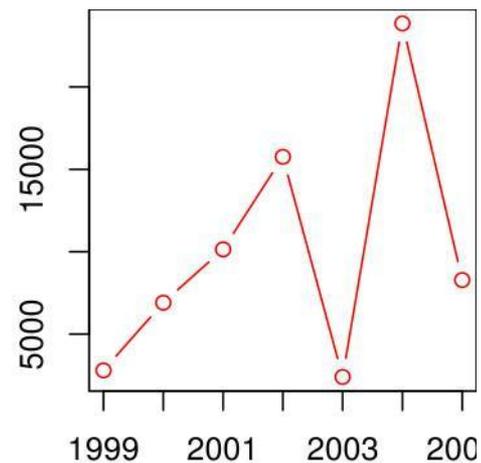
Pêcheries professionnelles (18 su)



504 points

Captures totales

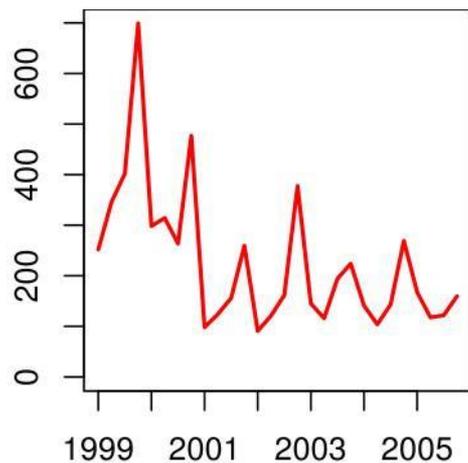
Suivis scientifiques (5 séries)



44 points

Quelles données ?

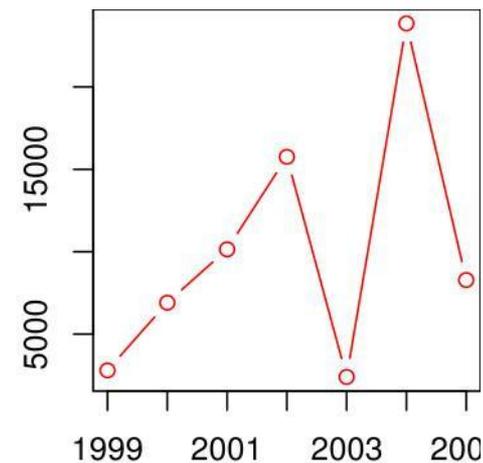
Pêcheries professionnelles (18 su)



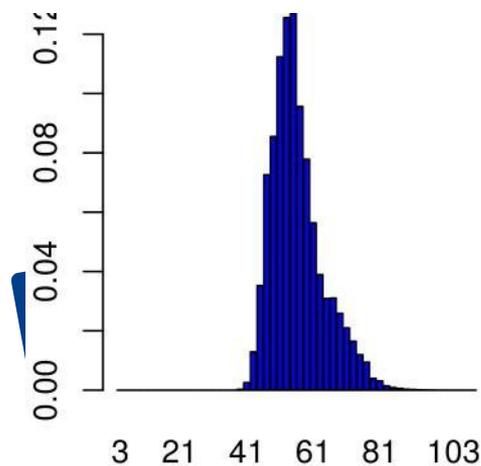
504 points

Captures totales

Suivis scientifiques (5 séries)

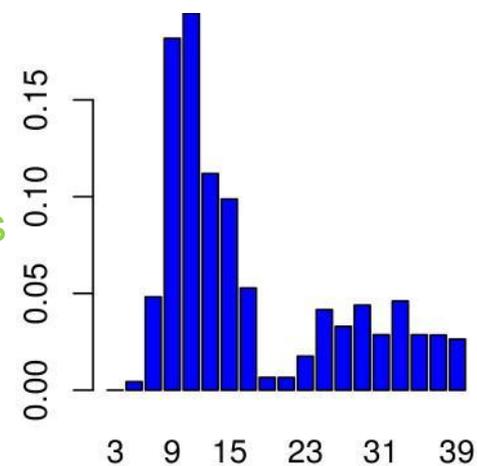


44 points



16092 points

Composition en taille

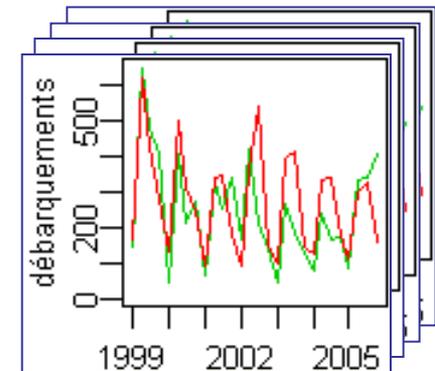
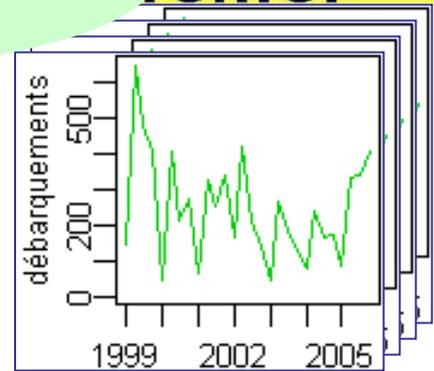
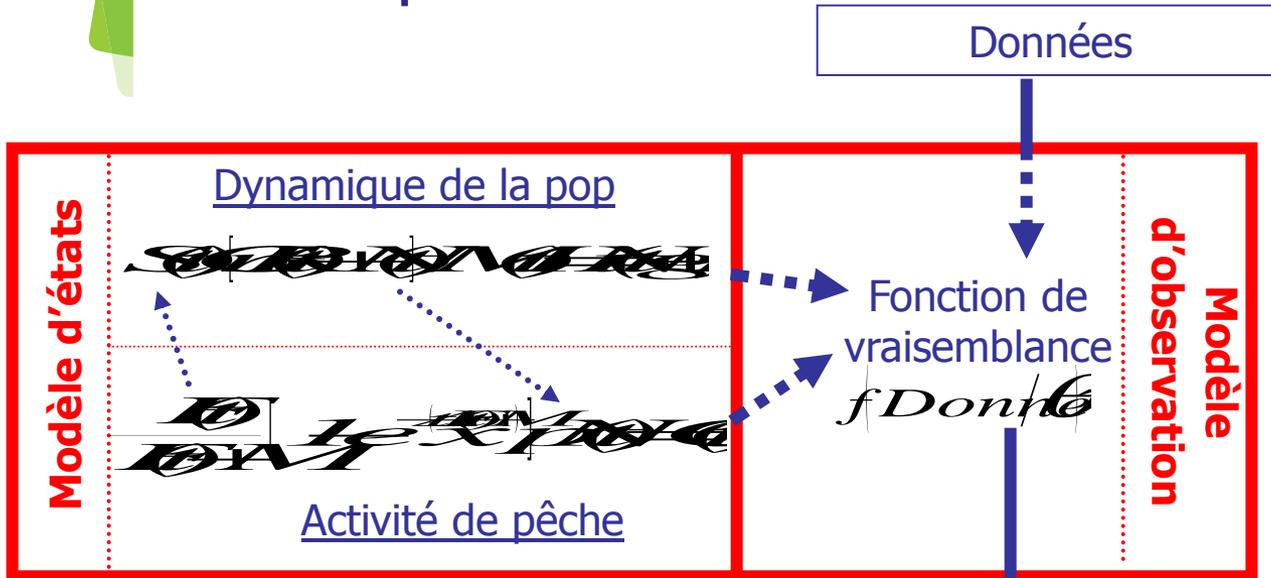


836 points

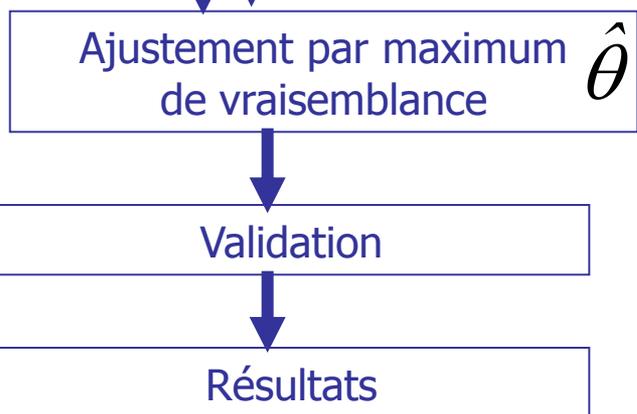
Données
17476

remer

Principe du modèle

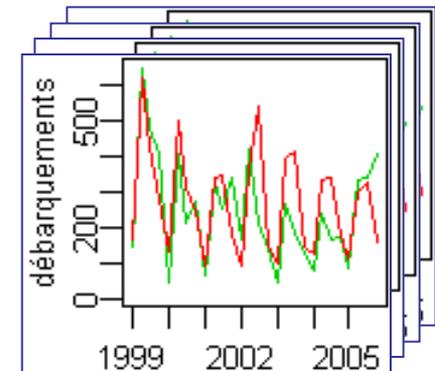
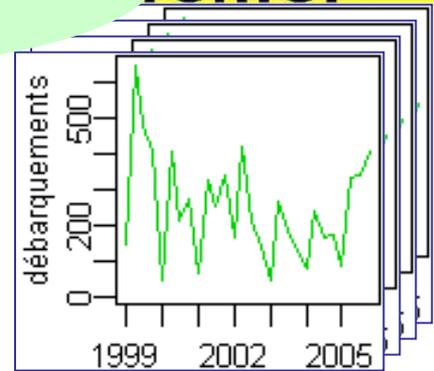
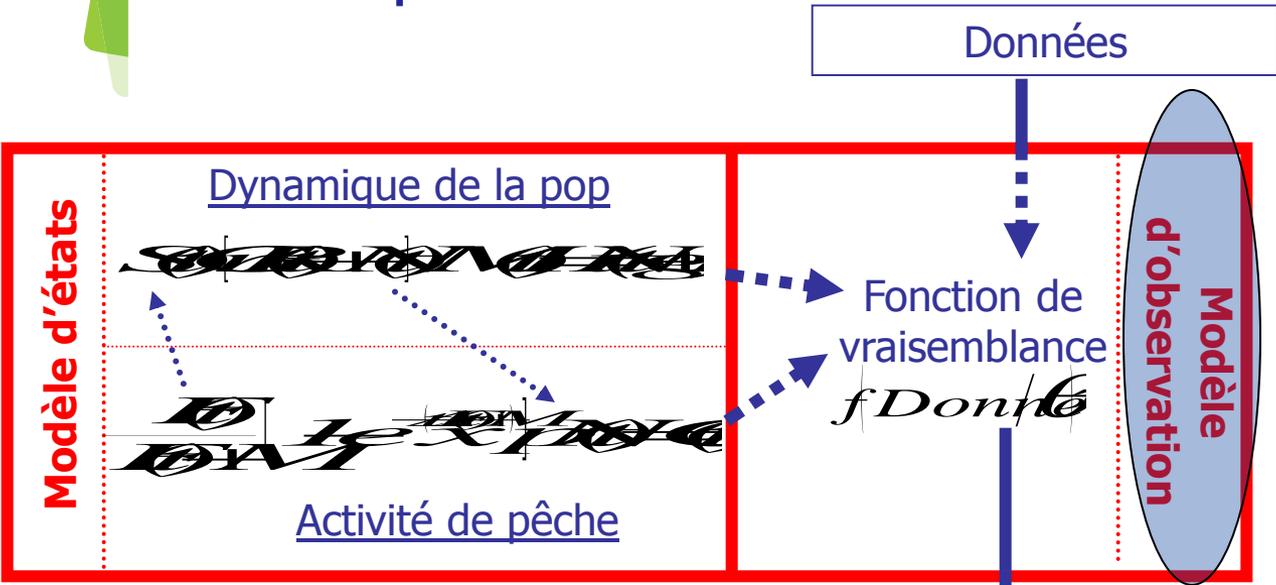


Paramètres à estimer
86



Données
17476

Principe du modèle



Ajustement par maximum de vraisemblance $\hat{\theta}$

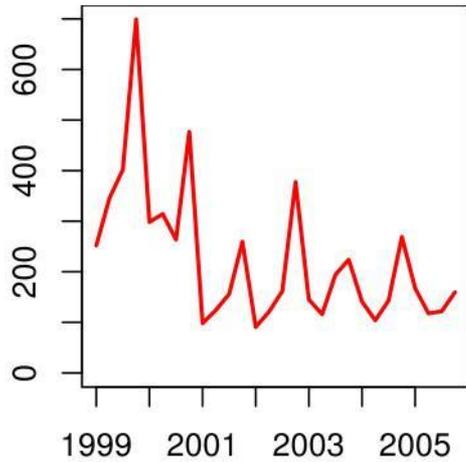
Validation

Résultats

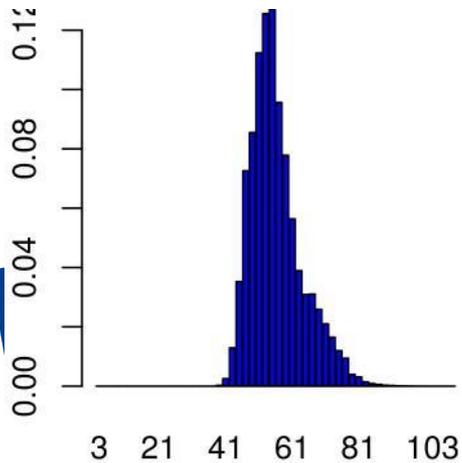
Paramètres à estimer
86

Comment ajuster ?

Pêcheries professionnelles (18 su)



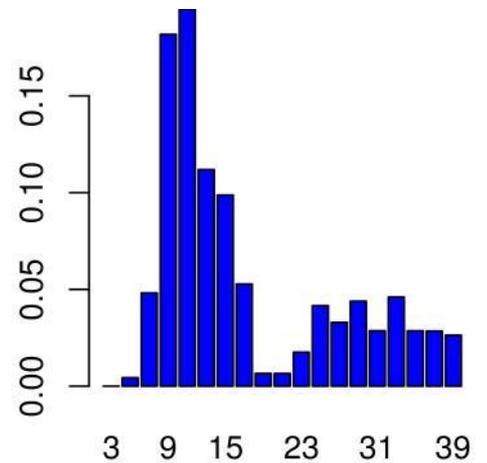
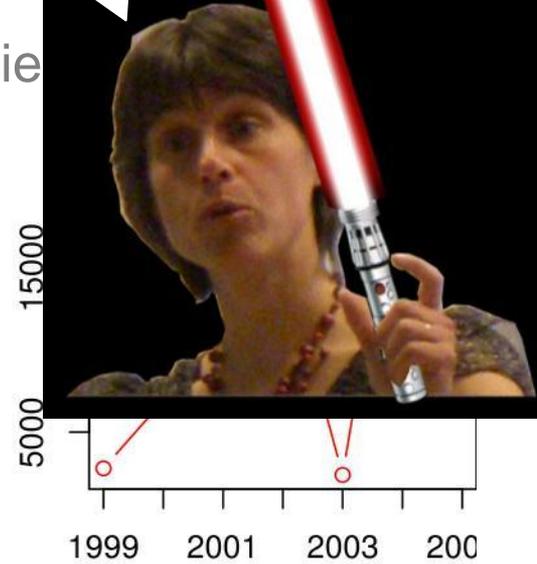
Captures totales



Composition en taille

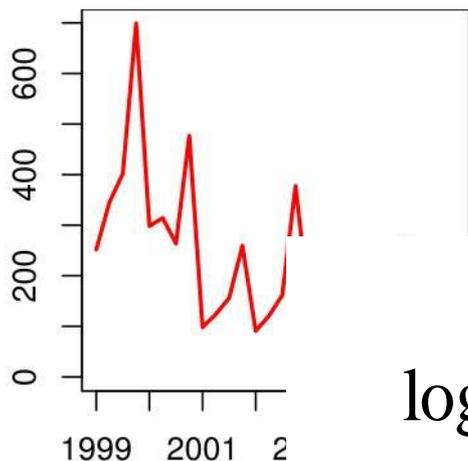
QUE LA
VRAISEMBLANCE
SOIT AVEC TOI

Suivis scie

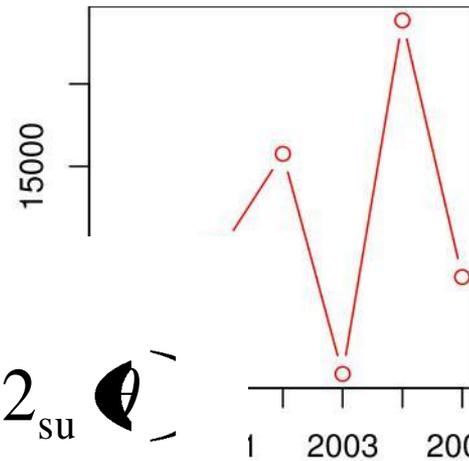


Comment ajuster ?

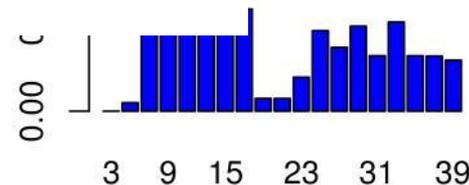
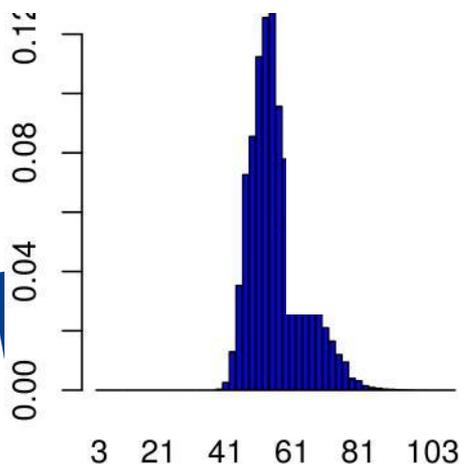
Pêcheries professionnelles (18 su)



Suivis scientifiques (5 séries)



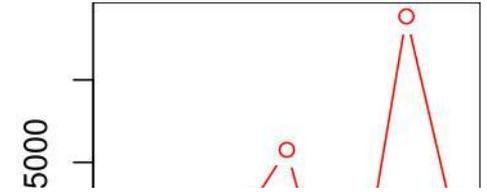
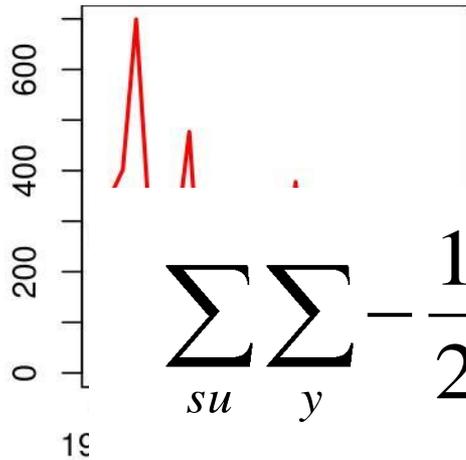
$$\log L(\theta) = \sum_{su} \log L1_{su}(\theta) + \sum_{su} \log L2_{su}(\theta) + \sum_{surv} \log L3_{surv}(\theta) + \sum_{surv} \log L4_{surv}(\theta)$$



Comment ajuster ?

Pêcheries professionnelles (18 su)

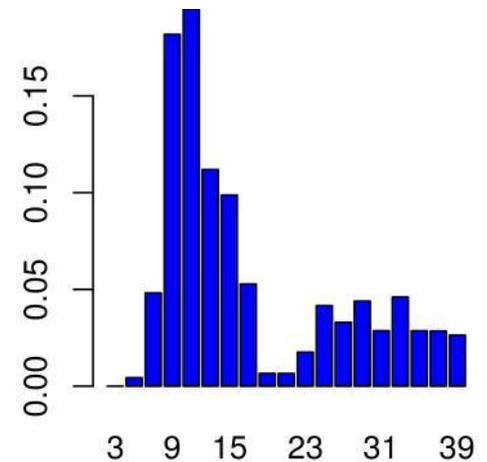
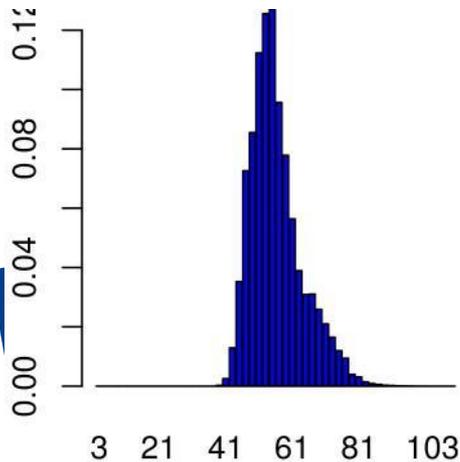
Suivis scientifiques (5 séries)



Captures totales

$$\sum_{su} \sum_y - \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{\ln \mathbf{Cobs}_{su}(\psi) - \ln \mathbf{Cpred}_{su}(\theta, y)}{\sigma_{su}} \right)^2$$

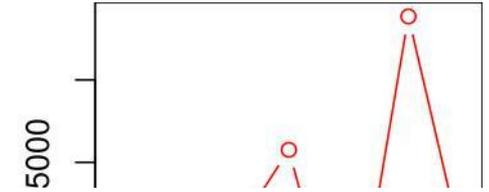
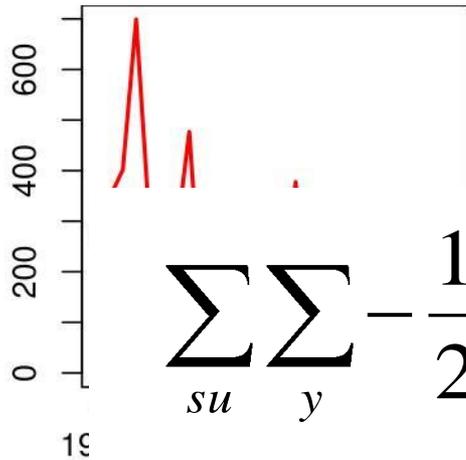
Composition en taille



Comment ajuster ?

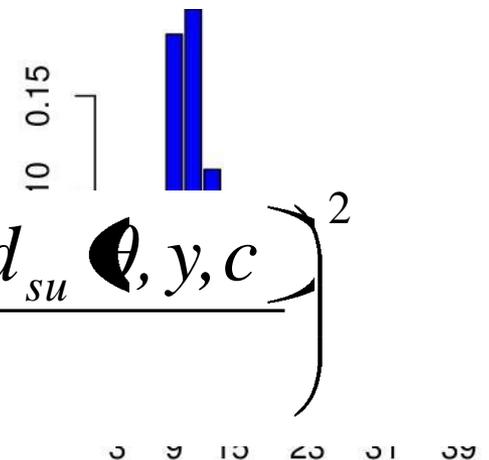
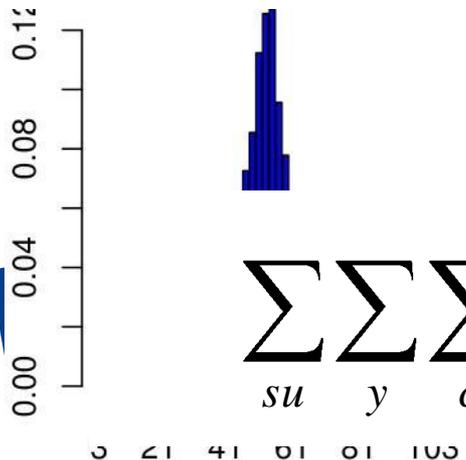
Pêcheries professionnelles (18 su)

Suivis scientifiques (5 séries)



Captures totales

$$\sum_{su} \sum_y - \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{\ln Cobs_{su}(\psi) - \ln Cpred_{su}(\theta, y)}{\sigma_{su}} \right)^2$$



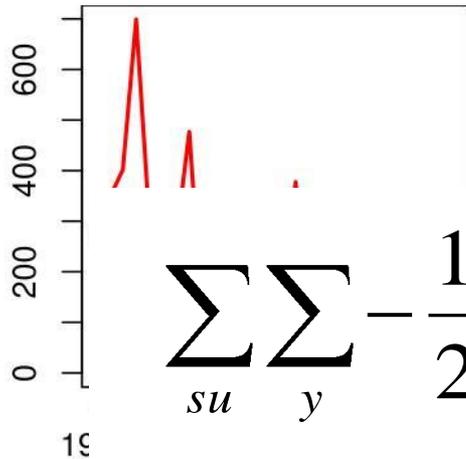
Composition en taille

$$\sum_{su} \sum_y \sum_c - \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{Fobs_{su}(\psi, c) - Fpred_{su}(\theta, y, c)}{\sigma(\psi, c)} \right)^2$$

Comment ajuster ?

Pêcheries professionnelles (18 su)

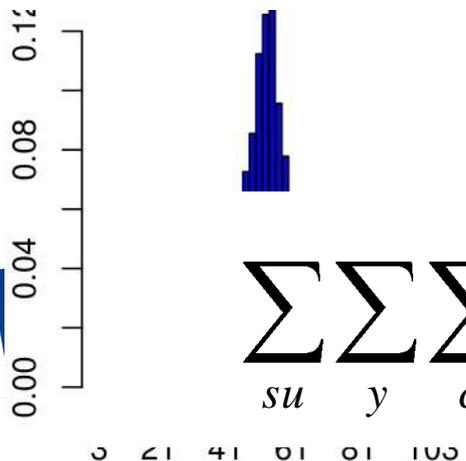
Suivis scientifiques (5 séries)



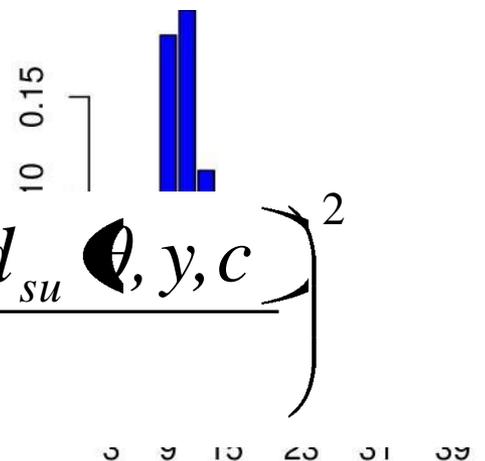
Captures totales



$$\sum_{su} \sum_y - \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{\ln Cobs_{su}(\psi) - \ln Cpred_{su}(\theta, y)}{\sigma_{su}} \right)^2$$



Composition en taille



$$\sum_{su} \sum_y \sum_c - \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{Fobs_{su}(\psi, c) - Fpred_{su}(\theta, y, c)}{\sigma_{\psi, c}} \right)^2$$

Comment ajuster ?

σ : variance \Leftrightarrow « poids » des jeux de données

Expertise?

- Très classique (Fournier et al 1998)...
- Que vaut la vraisemblance?

Peut-on objectiver?

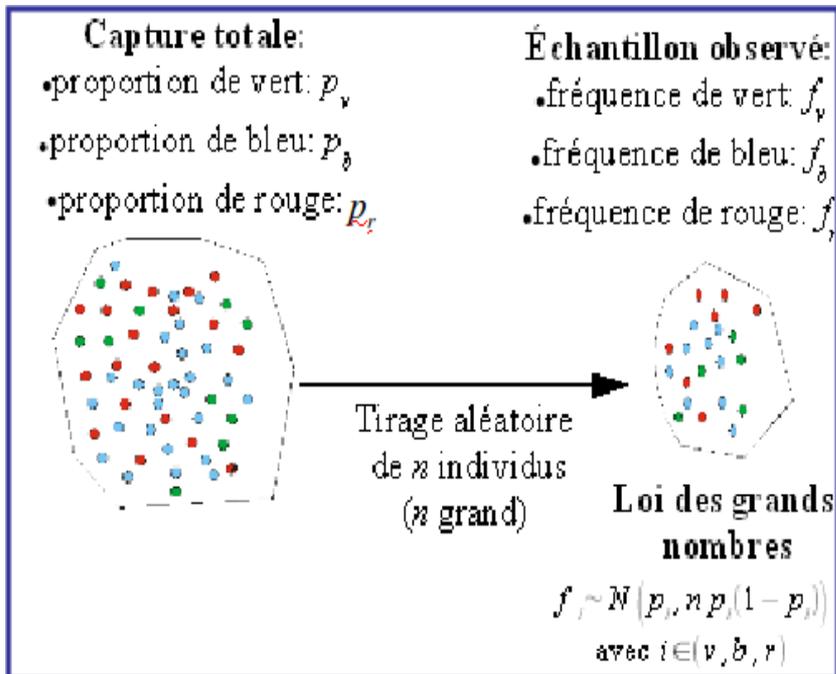
- Pour les fréquences

$$\sigma^2 = n \cdot p \cdot \left(-p \right) \quad (\text{Fournier et al. 1990})$$

- Pour les captures totales

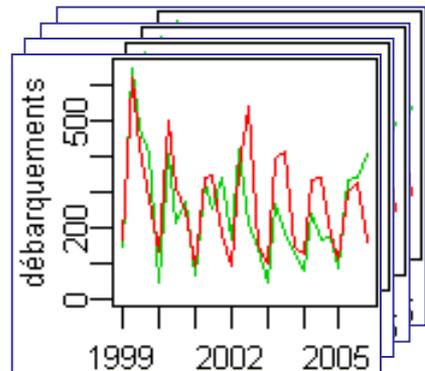
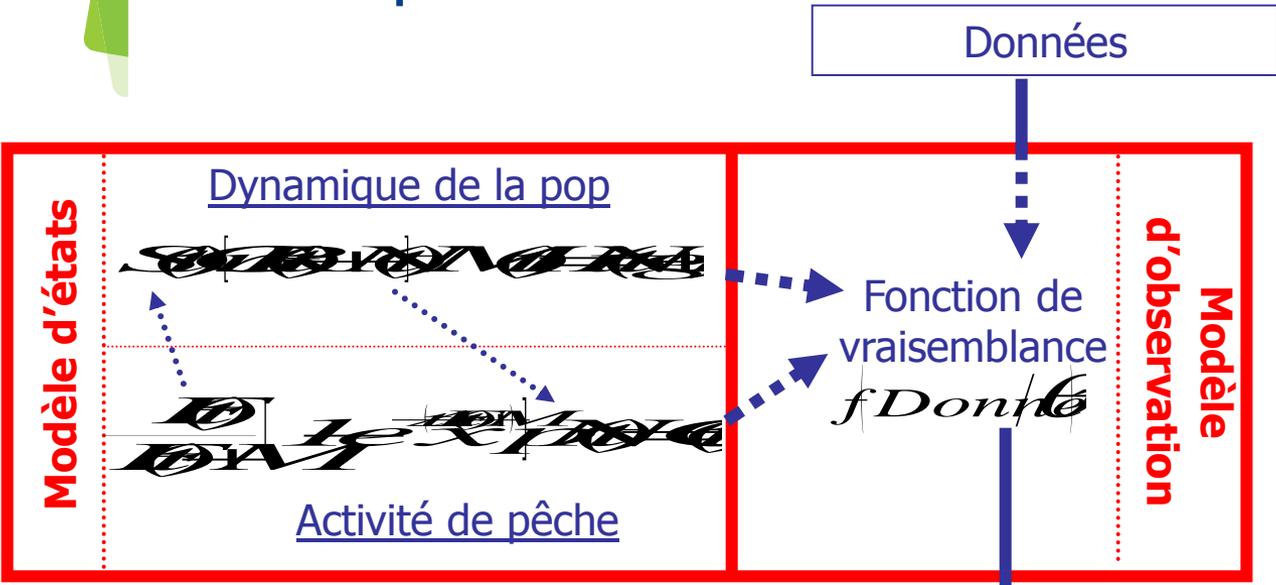
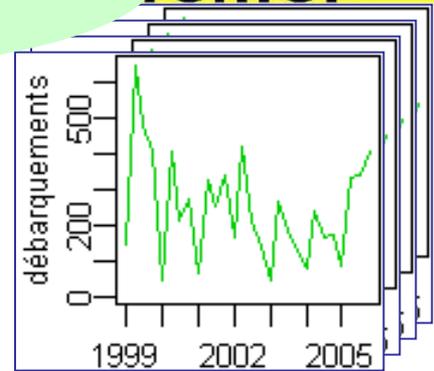
$$\sigma^2 = \frac{1}{n} \sum \left(n(y_{obs}) - \ln(y_{pred}) \right)^2$$

Vraisemblance concentrée (Deriso et al. 2007)

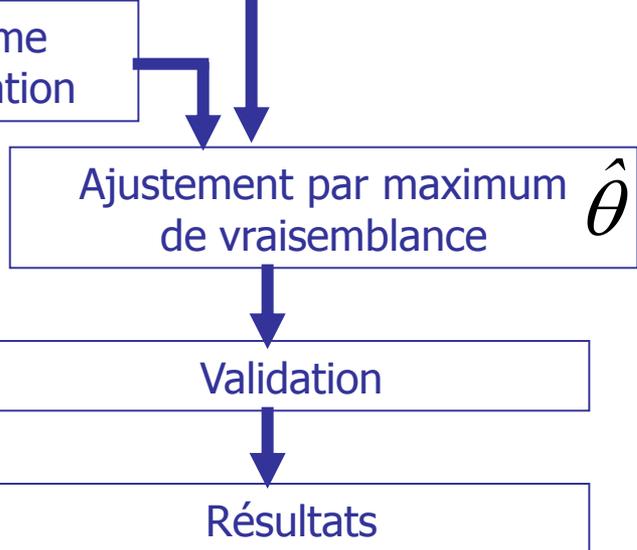


Données
17476

Principe du modèle



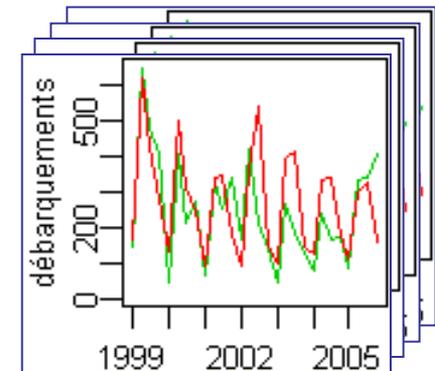
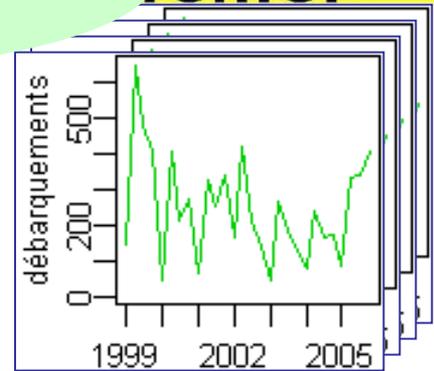
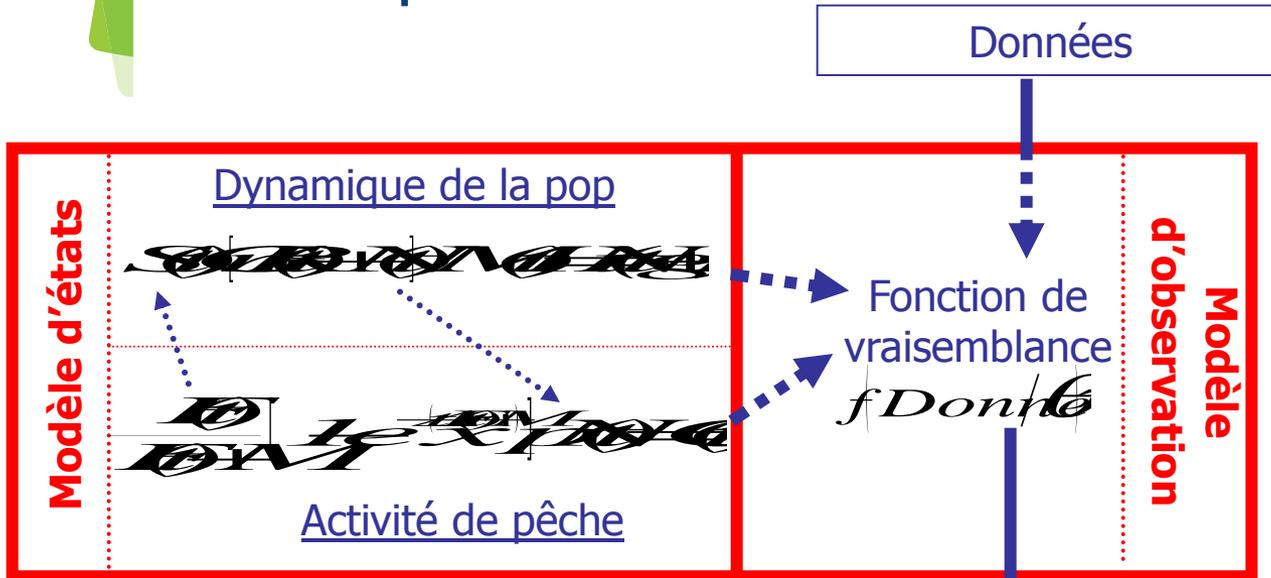
Paramètres à estimer
86



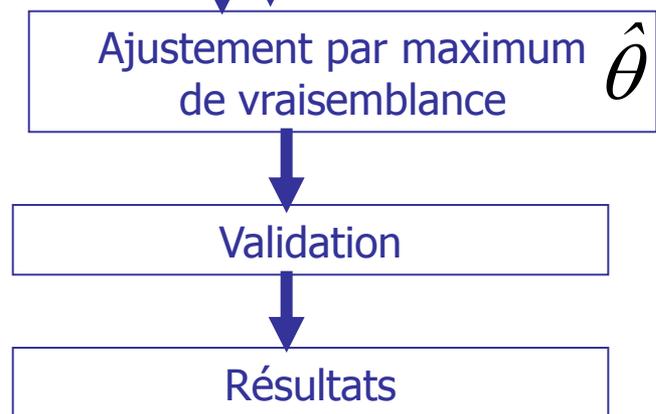
Données
17476

remer

Principe du modèle



Paramètres à estimer
86



Quel algorithme d'optimisation?

Autodiff (Fournier, 1996)

Package c++ incluant

- Auto-différentiation => calcul de l'Hessian
- Algorithme d'optimisation quasi-Newton
- Très performant
 - Vitesse de calcul
 - Jusqu'à 200 paramètres

Problème

- Optimisation multicritères et donc minimum locaux
- Résultats du quasi-Newton va dépendre du point de départ

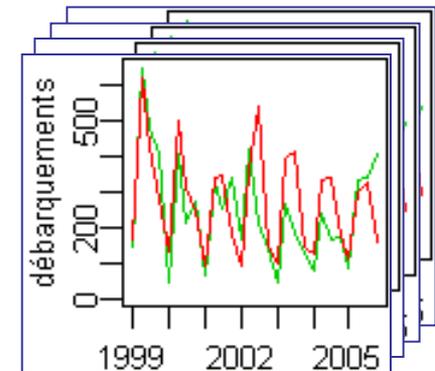
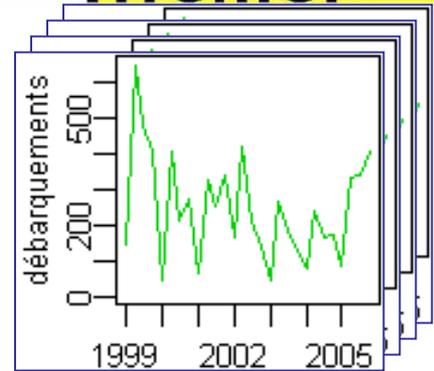
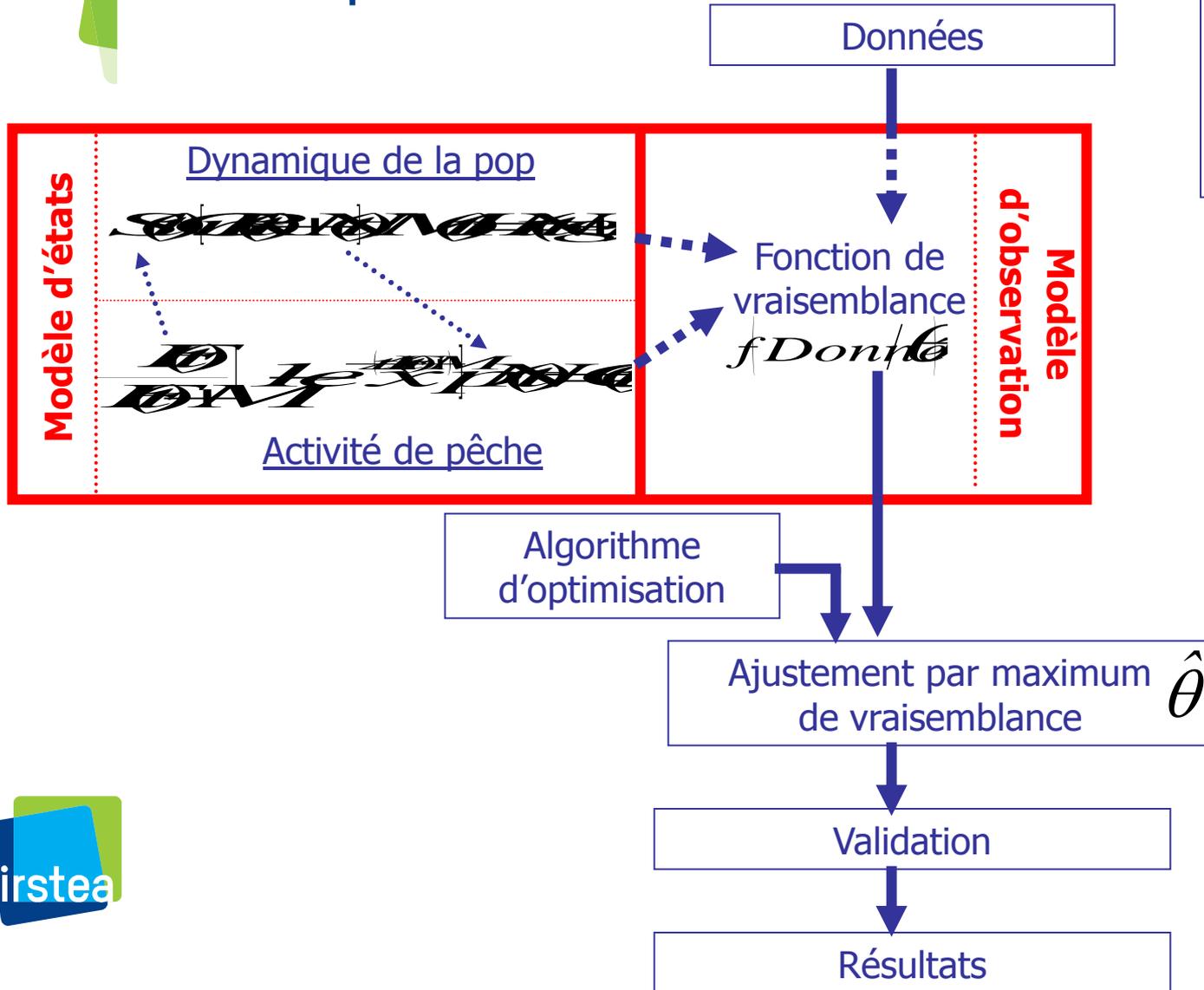
Utilisation d'un algorithme à stratégie évolutive

Exploration du domaine de recherche

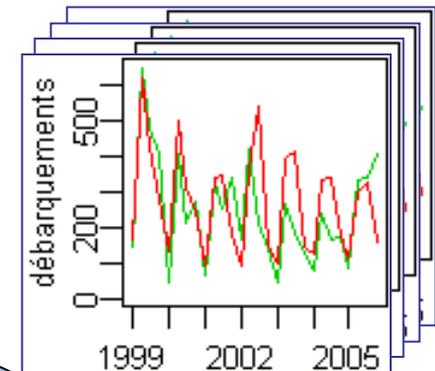
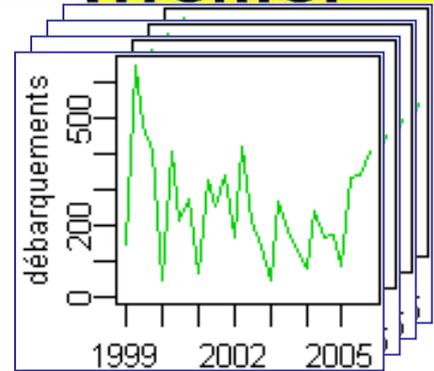
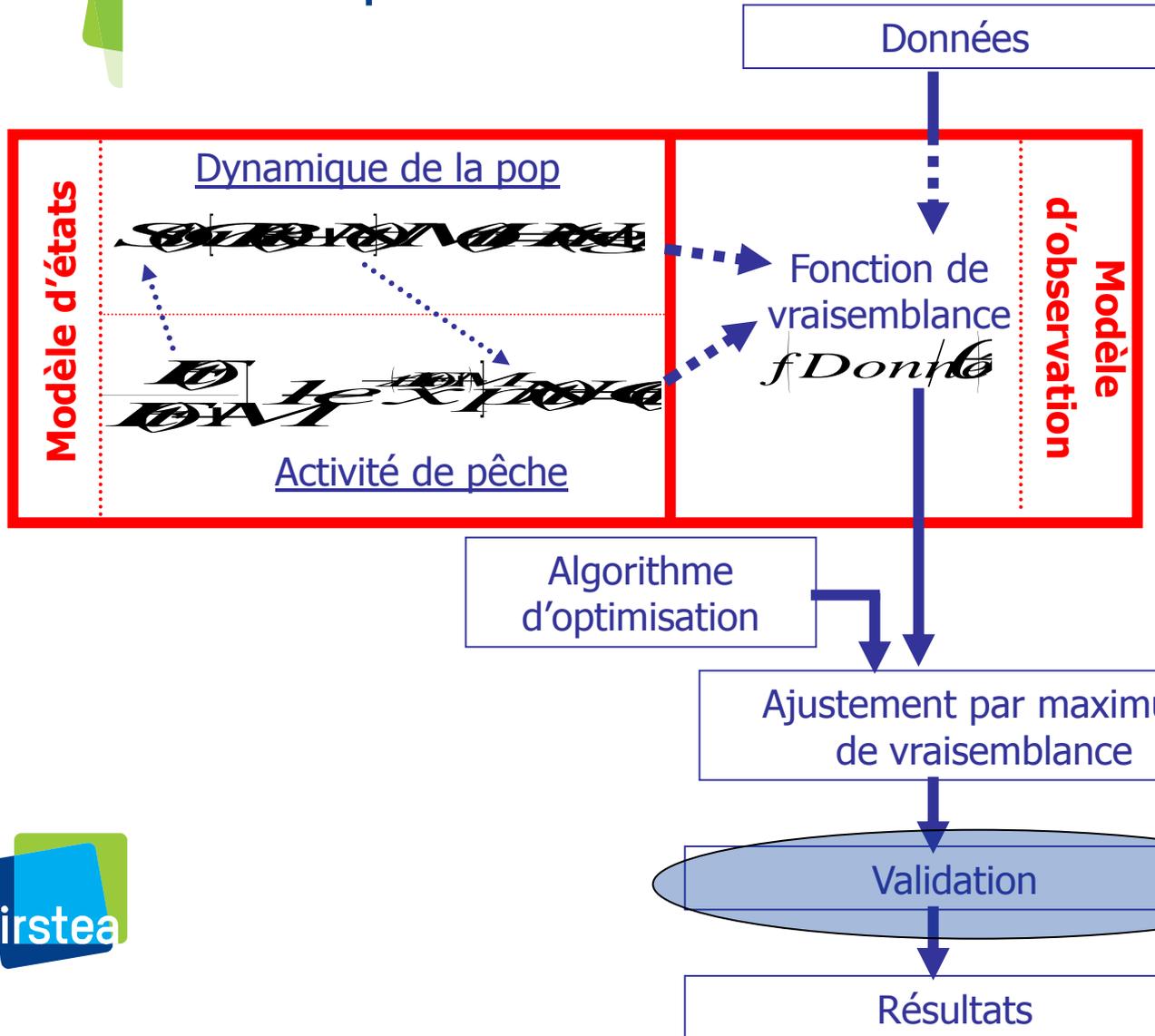
Fournit point de départ à Autodif



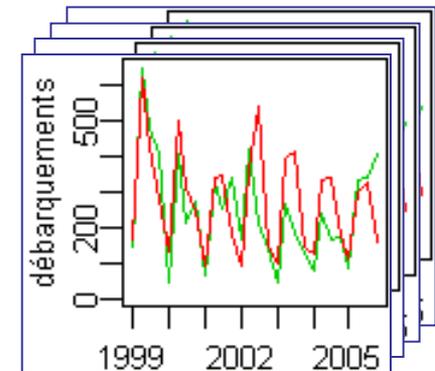
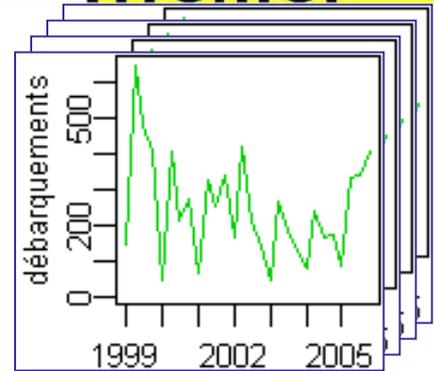
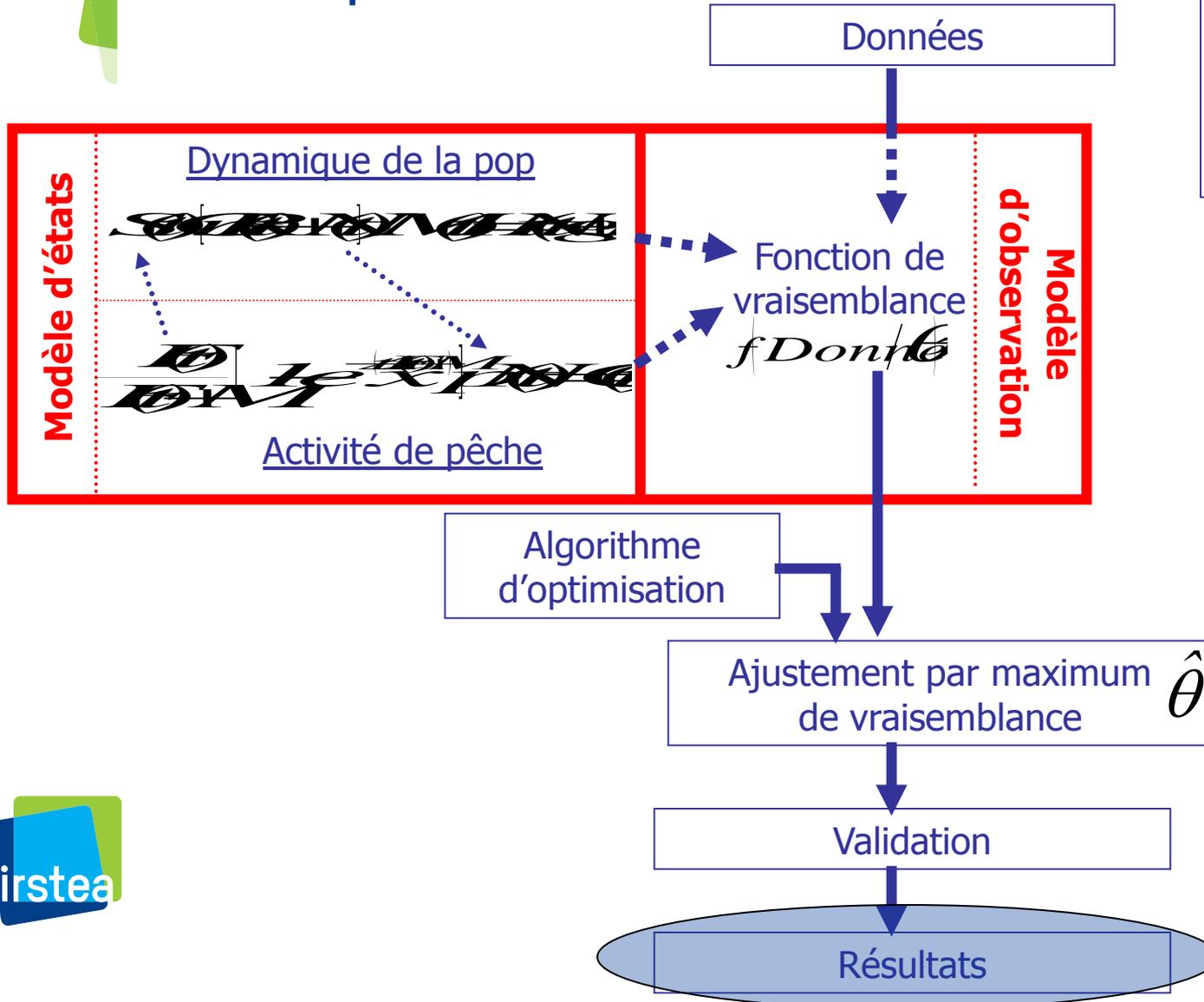
Principe du modèle

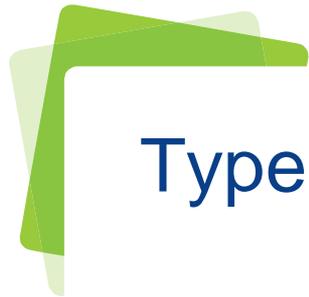


Principe du modèle



Principe du modèle





Type de résultats

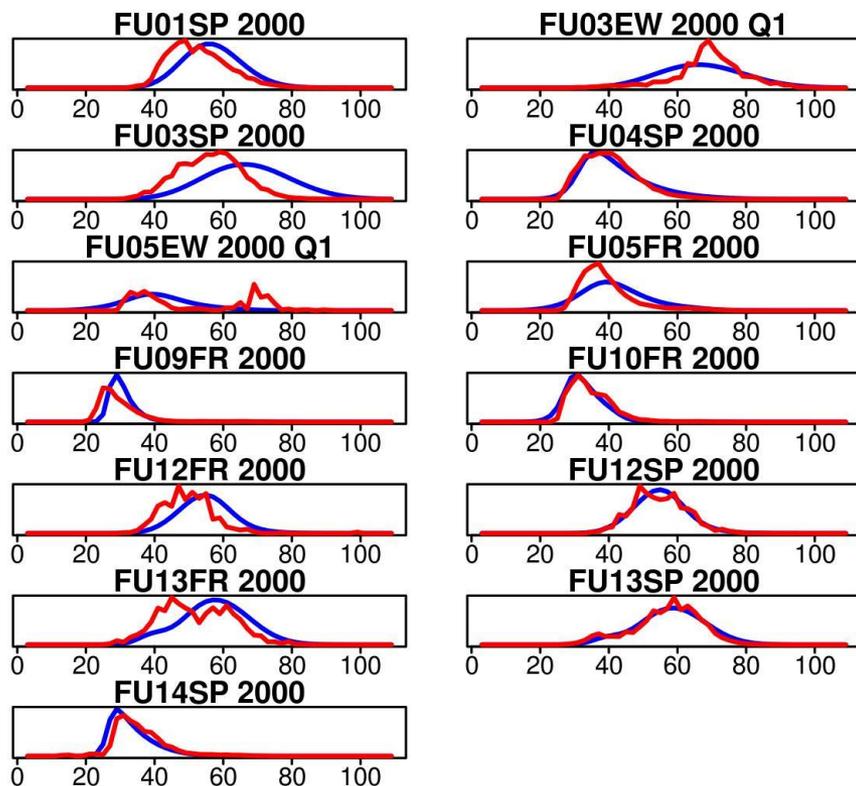
QUE MAÎTRE
KANTER
SOIT AVEC MOI



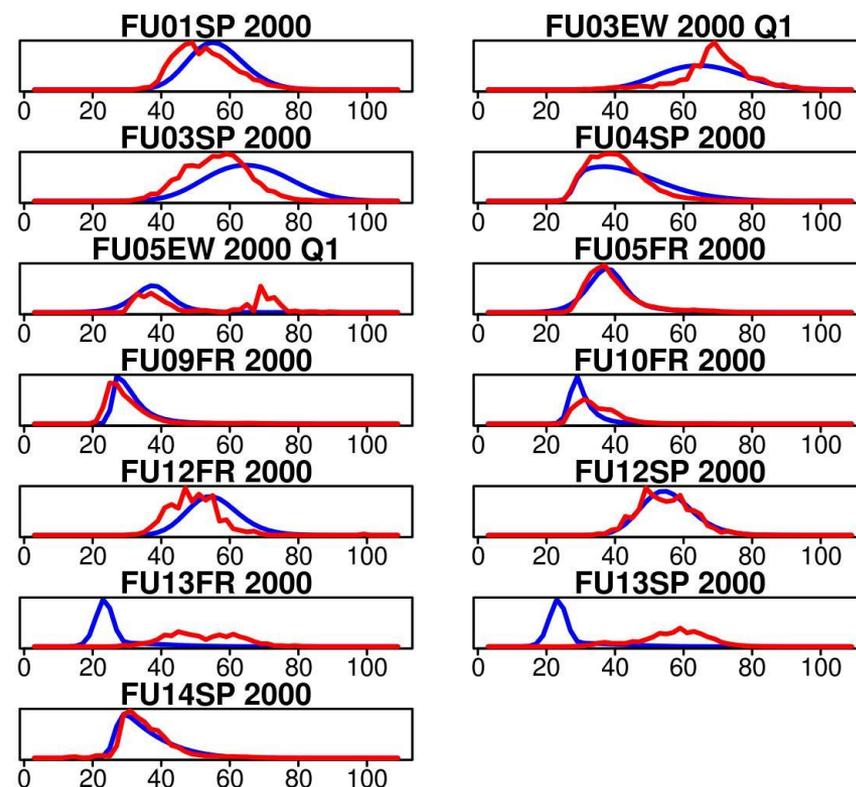
Vraisemblance concentrée

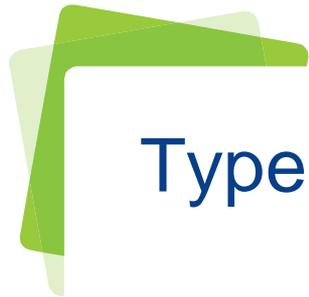
Poids fixé à priori

— model
— observed



— model
— observed





Type de résultats

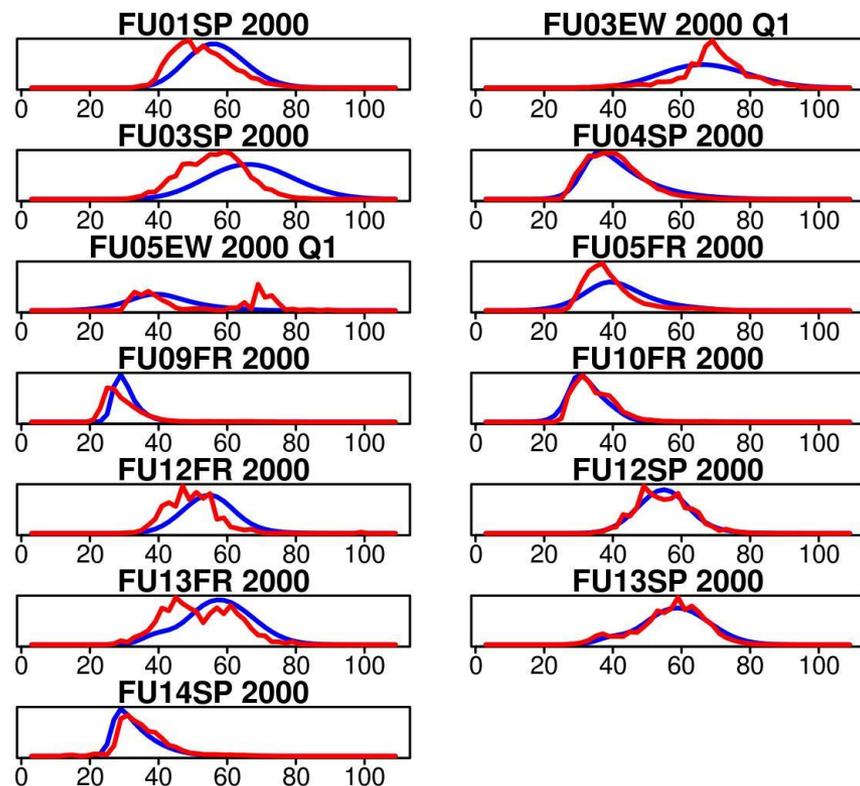
QUE MAÎTRE
KANTER
SOIT AVEC MOI



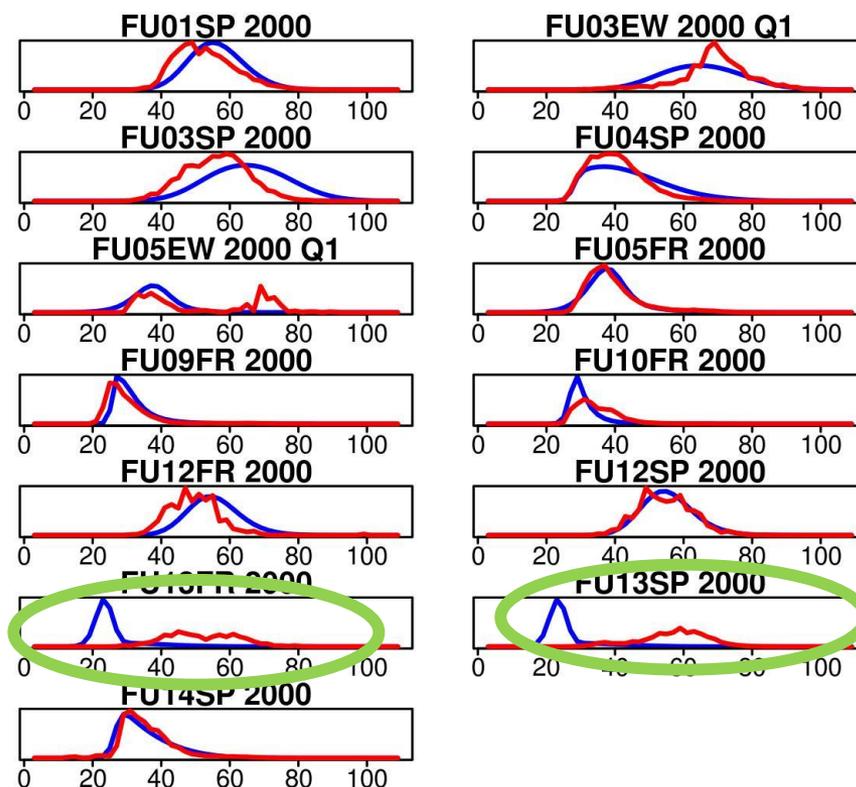
Vraisemblance concentrée

Poids fixé à priori

— model
— observed



— model
— observed



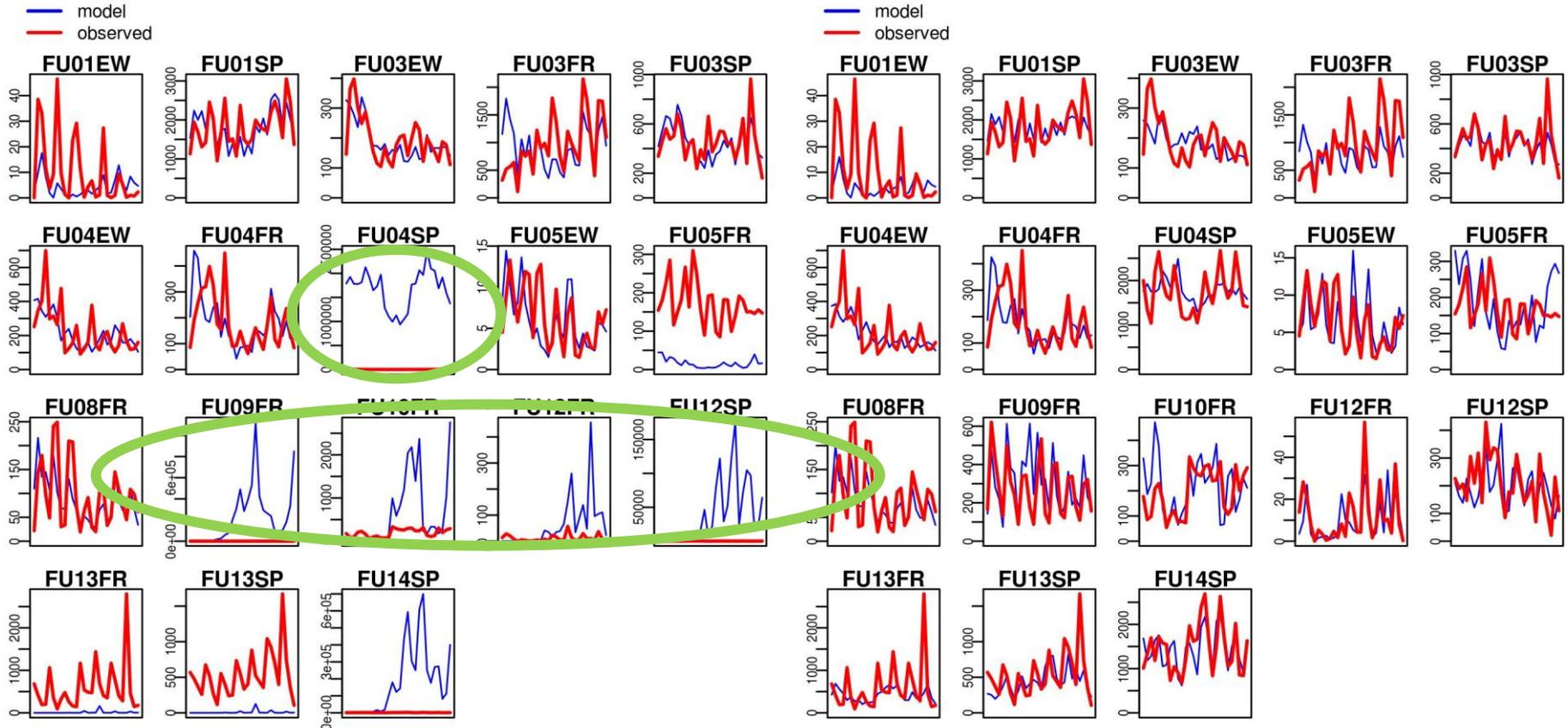
QUE MAÎTRE
KANTER
SOIT AVEC MOI



Type de résultats

Vraisemblance concentrée

Poids fixé à priori



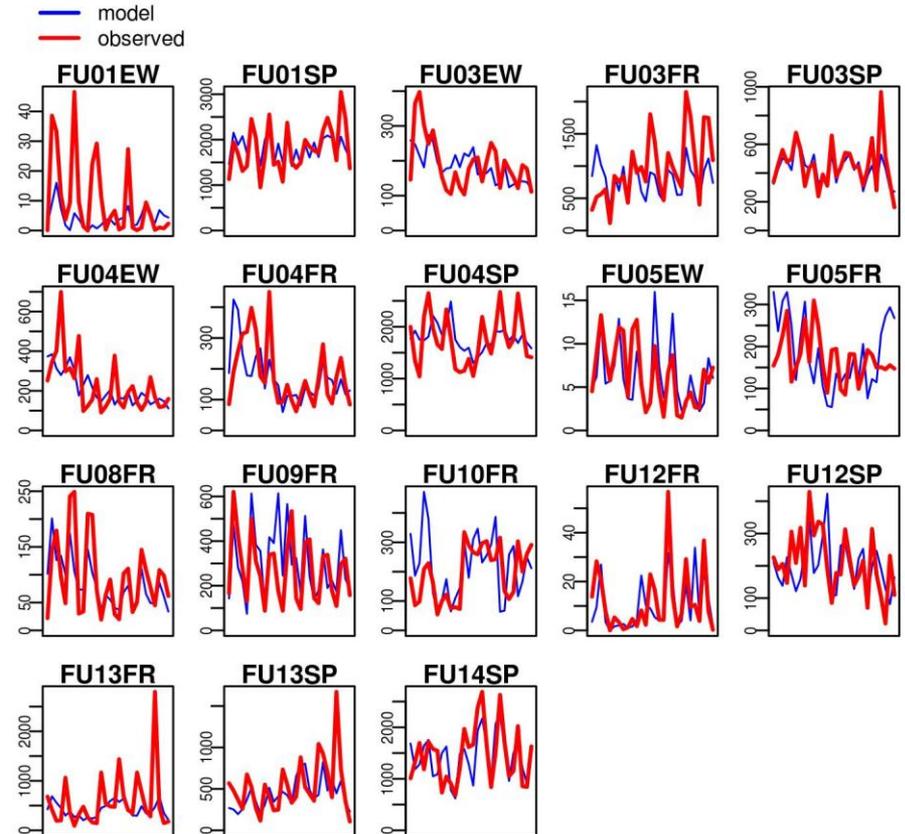
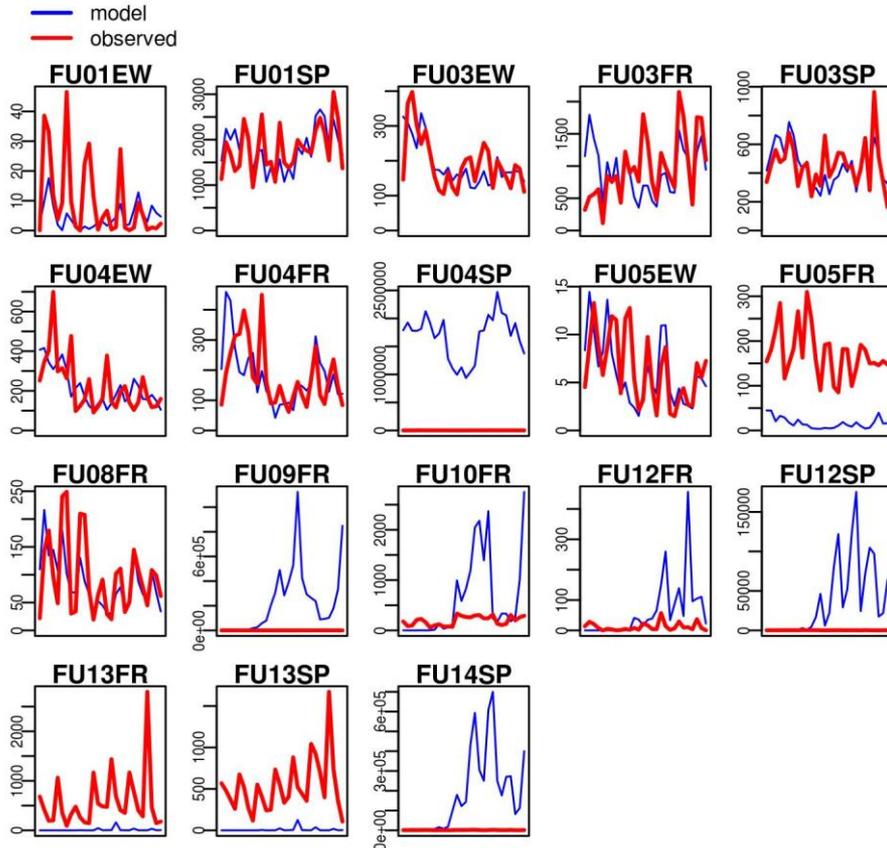
QUE MAÎTRE
KANTER
SOIT AVEC MOI



Type de résultats

Vraisemblance concentrée

Poids fixé à priori





Conclusions

Intérêt de la vraisemblance = cadre rigoureux

Permettant une exploitation statistique des résultats

- Intervalles de confiance
- Identifiabilité

Permettant une « pondération » objective des jeux de données

Des jeux de données qui ne s'ajustent pas

- Un poids par jeu de données
- Ou un poids par type de données?

Conclusions

Mais malgré tout, être prudent

Multi-modalité de la fonction de vraisemblance

- Ne pas se limiter à un ajustement
- Intérêt des algorithmes à stratégie évolutive... bien paramétré

Complexité du modèle

- Problèmes de convergence de l'algorithme
- Vérifier l'identifiabilité
- Reparamétriser le modèle
 - Diminuer la corrélation entre paramètres
 - Augmenter la robustesse de la fonction de vraisemblance
- Difficile de trouver une méthode pour analyser l'ajustement
 - Pas aussi simple que regarder les résidus d'un modèle linéaire
 - Difficile de voir « où ça marche » et « où ça marche pas »

THE END

QU'AUTODIF SOIT
AVEC TOI

QUE LA
VRAISEMBLANCE
SOIT AVEC TOI

QUE MAÎTRE
KANTER
SOIT AVEC MOI



LES DONNEES C'EST BIEN...
EN ABUSER CA CRAINT

**TOUTE RESSEMBLANCE AVEC DES
PERSONNAGES EXISTANT OU AYANT EXISTE
SERAIT COMPLÈTEMENT FORTUITE...**